

Année 1965 - N° 120

**APPORT des DIFFÉRENTES TECHNIQUES
au DIAGNOSTIC du SHUNT GAUCHE-DROITE
des COMMUNICATIONS INTERVENTRICULAIRES
au cours du CATHETERISME CARDIAQUE DROIT
A propos de 100 cas.**

T H È S E

présentée

à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de LYON
et soutenue publiquement le mercredi 30 Juin 1965
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Liliane GOLDSTEIN

née le 26 Juillet 1938

à PARIS-XII^e

Année 1965 - N° 120

**APPORT des DIFFÉRENTES TECHNIQUES
au DIAGNOSTIC du SHUNT GAUCHE-DROITE
des COMMUNICATIONS INTERVENTRICULAIRES
au cours du CATHETERISME CARDIAQUE DROIT
A propos de 100 cas.**

T H È S E

présentée

à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de LYON
et soutenue publiquement le mercredi 30 Juin 1965
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

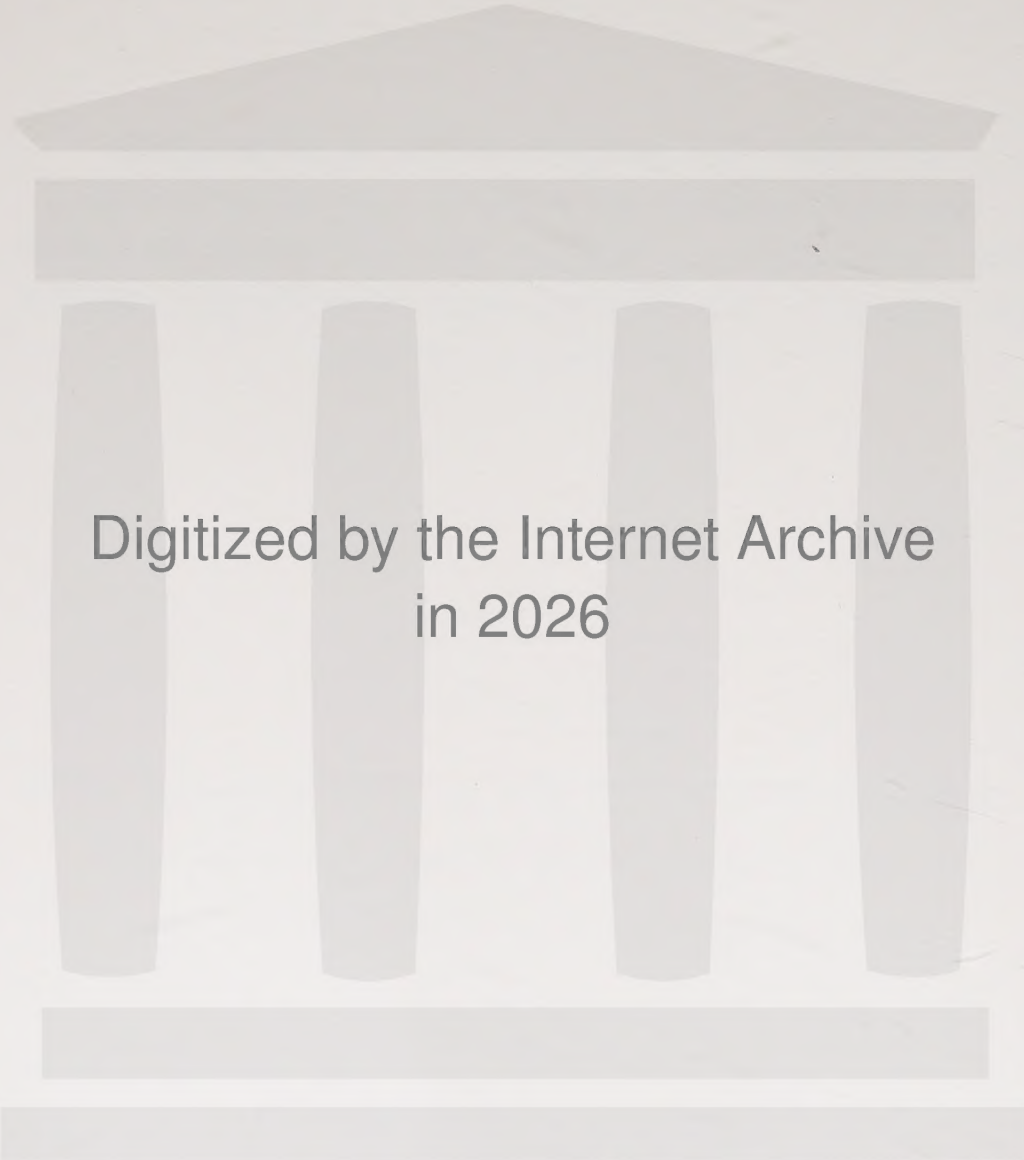
par

Liliane GOLDSTEIN

née le 26 Juillet 1938

à PARIS-XII^e





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553409_0043

FACULTE MIXTE DE MEDECINE
ET DE PHARMACIE DE LYON

PERSONNEL DE LA FACULTE

Doyens Honoraires :

M. J. LEPINE - Membre de l'Institut

M. H. HERMANN - Correspondant de l'Institut

Doyen : M. J.F. CIER

Assesseurs : MM. M. LEVRAT
L. REVOL

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. PATEL, LEPINE, TRILLAT, MOURIQUAND, MAZEL, GARIN, GATE, MARTIN,
GABRIELLE, SANTY, GUILLEMINET, HERMANN, ROCHET, POLLOSSON.

PROFESSEURS

MM. CIBERT	Clinique urologique
PONTHUS (détaché à Beyrouth)	Physique biologique
DECHAUME	Clinique Neuro-Psychiatrique et d'Hygiène mentale
CHAIBON	Chimie organique et toxicologie
WERTHEIMER	Clinique chirurgicale P
PAUPERT-RAVAULT	Clinique médicale B
FROMENT	Clinique et prophylaxie cardio-vasculaires
CROIZAT	Clinique médicale C
ENSELME	Chimie biologique et médicale
MALLET-GUY	Clinique chirurgicale A
REVOL	Pharmacie galénique
PIGEAUD	Clinique obstétricale
BOURRET	Médecine du Travail
LEVRAT	Clinique médicale A
SOHIER	Hygiène et action sanitaire et sociale
NETIEN	Botanique et cryptogamie
BERTRAND	Clinique chirurgicale C
BADINAND	Chimie analytique pharmaceutique
DREVON	Pharmacie chimique et pharmacologie
ROCHE	Médecine légale et déontologie
COUDERT	Parasitologie et pathologie exotique
MOUNIER-KUHN	Clinique d'oto-rhino-laryngologie et d'audio-phonologie
PAUFIQUE	Clinique Ophtalmologique
THIERS	Clinique de dermatologie, syphiligraphie et allergologie
BRUN	Clinique de pneumo-phtisiologie
CREYSSSEL	Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique
DARGENT	Clinique carcinologique

.../...

.../...

MM.GUICHARD	Anatomie pathologique
GIRARD Paul	Pathologie générale et expérimentale
LATARJET	Anatomie
PEYCELON	Pathologie chirurgicale
GIRARD Marcel	Clinique médicale D
VACHON	Pathologie médicale
GALY	Physio-pathologie des voies respiratoires
PAPILLON	Radiologie
JEUNE	Clinique médicale infantile et hygiène du 1er âge
GONIN	Thérapeutique
MONNET	Bactériologie
BANSSILLON	Physiologie et pathologie obstétricales
CHATONNET	Physiologie B
GUINET	Clinique endocrinologique
TRILLAT	Clinique de chirurgie orthopédique
FREIDEL	Clinique stomatologique
MARION Joseph	Clinique de chirurgie et d'orthopédie infantile
DORCHE	Matière médicale et législation pharmaceutique
DUMONT	Histologie et embryologie
PERROT	Chimie
CIER J.F.	Physiologie A
PERRIN J.	Thérapeutique chirurgicale et chirurgie opé- ratoire
MICHAUD Pierre	Clinique de chirurgie cardiaque
SARROUY Charles	Clinique médicale infantile
FAUCON	Biologie médicale et pharmacodynamique
MATHIEU	Clinique gynécologique
X.....	Clinique des maladies infectieuses
X.....	Hydrologie thérapeutique, climatologie et écologie sociale

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

MM.BERGER	Physique nucléaire appliquée à la médecine
BERTOYE	Bactériologie
MANSUY	Neuro-chirurgie
COLLET	Chimie générale et pharmaceutique
LACROIX	Hygiène et climatologie
LIARAS	Clinique chirurgicale propédeutique
LECUIRE	Neuro-chirurgie
REVOL	Médecine générale
GOINARD	Thérapeutique chirurgicale
CIER André	Pharmacie chimique et pharmacologie
PONT Maurice	Médecine générale
TRAEGER	Médecine générale

.../...

PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM.ROMAN	Parasitologie
FEROLDI	Anatomie pathologique
MORET	Physique biologique
ODDOUX	Botanique et cryptogamie
de SOLLIERS	Chimie Analytique
DESPIERRES	Médecine générale
GARIN	Parasitologie
TOLOT	Médecine du travail

MAITRES DE CONFERENCES - AGREGES TITULAIRES

MM.CREYSSEN Roger	Chimie biologique
THIVOLET	Hygiène
PINET	Electro-radiologie
GUYOTAT	Neuro-Psychiatrie
DESCOTES	Chirurgie générale
JOUVET	Pathologie expérimentale
PEYRIN	Physique biologique
TOMMASI	Anatomie pathologique
BUFFARD	Electro-radiologie
LEJEUNE	Médecine générale et thérapeutique
De MOURGUES F.	Stomatologie
NAUSSAC	Maladies infectieuses
REBOUILLAT	Chirurgie générale
ROMAGNY	Pédiatrie
DELAHAYE	Médecine générale
DELEUZE	Anesthésiologie
GIRAUD	Electro-radiologie diagnostic et thérapeutique
MICHEL	Anesthésiologie
FRANCOIS	Pédiatrie et puériculture
MICHOULIER	Chirurgie générale
COLOMB	Dermatologie
LAMBERT	Médecine générale
FRIES	Médecine générale
GILLY	Pédiatrie
ROBERT	Médecine générale
BOUCHET	Anatomie
BETHENOD	Pédiatrie
GERMAIN	Immunologie, sérologie, hématologie
KALF	Pneumo-phtisiologie
LARBRE	Pédiatrie
SOUSTELLE	Chirurgie générale
VIALA	Médecine générale
VINCENT	Bactériologie, parasitologie, virologie
COLIN	Médecine légale

MAITRES DE CONFERENCES - AGREGES STAGIAIRES

MM.FAVRE-GILLY	Hématologie
GIROD	Histologie et embryologie
GRAS	Chimie biologique

MM. MALLEIN	Chimie analytique
RIFFAT	Hygiène
FLANDROIS	Physiologie
VIALLIER-RAYNARD	Bactériologie
ROLLET	Pharmacie galénique

AGREGES EN EXERCICE

MM. BONAMOUR	Ophtalmologie
De MOURGUES Georges	Chirurgie générale
DEVIC	Médecine générale
DUMONT Martial	Obstétrique
DURAND	Urologie
FRANCILLON	Chirurgie générale
SAUBIER	Chirurgie générale
SCHOTT	Neuro-Psychiatrie
ALLEGRE	Neuro-Chirurgie
CHASSARD	Electro-radiologie
FAYSSÉ	Orthopédie
GAILLARD	Oto-rhino-laryngologie
GARDE	Médecine générale
HUGONNIER	Ophtalmologie
MARET	Chirurgie générale
MORNEX	Médecine générale
MOUNIER-KUHN Alain	Chirurgie générale
NORMAND	Médecine générale
PERRIN André	Médecine générale
DUMAS	Stomatologie
GARMIER	Obstétrique
NOEL	Médecine générale
SCHNEPP	Orthopédie

Examineurs de la Thèse :

Président : M. le Professeur FROMENT

Assesseurs : MM. DEVIC
NORMAND
PERRIN

A LA MEMOIRE DE MA MERE,

A MON PERE,

A MES SOEURS, JEANNINE ET YVETTE,

A TOUTE MA FAMILLE,

A TOUS MES AMIS.

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE THESE,

. Monsieur le Professeur R. FROMENT,
Professeur de Clinique et de Prophylaxie
Cardio-vasculaires,
Médecin des Hôpitaux.

Il a déterminé notre choix au cours de
notre semestre d'externat dans son service.
Nous avons la chance de bénéficier, depuis
lors, de son enseignement nuancé et de son
exemple de clinicien.

Il nous honore aujourd'hui en acceptant
de présider notre jury de thèse.

Qu'il nous permette de témoigner ici de
notre respectueux attachement et de notre
profonde admiration.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le Professeur Agrégé DEVIC,
Médecin des Hôpitaux.

Nous voudrions lui exprimer ici toute
notre gratitude pour l'accueil bienveillant
que nous avons trouvé dans son service
pendant notre semestre d'externat.

Nous sommes honorés de le compter dans
notre jury de thèse.

Monsieur le Professeur Agrégé A. PERRIN,
Médecin des Hôpitaux.

Nous avons l'avantage de bénéficier
de toute la rigueur et la précision de
ses leçons.

Qu'il nous soit permis de le remercier
de l'honneur qu'il nous fait en acceptant
de siéger parmi nos juges.

Monsieur le Professeur Agrégé J. NORMAND,
Médecin des Hôpitaux.

Il nous a été précieux de suivre son
enseignement, et nous avons admiré l'étendue
de sa culture.

Nous sommes heureuse et honorée
qu'il aie bien voulu venir nous juger
ce jour.

A Monsieur le Docteur P. CAHEN,
Ancien Chef de Clinique.

Nous avons le privilège de prendre une part
modeste au travail de l'équipe du Laboratoire
d'Hémodynamique qu'il dirige. Il a inspiré le
sujet de ce travail et a bien voulu nous le confier.

Nous le remercions des conseils éclairés qu'il
nous a prodigués.

A Mademoiselle le Docteur C. AGE, ^{FR}
Assistant C. F. U.

Grâce à son soutien amical ce travail a été
élaboré et réalisé. Nous admirons la droiture de
son esprit et son efficacité constante et soutenue
qui nous sont chaque jour un exemple.

Qu'elle veuille bien accepter nos remerciements
et notre sincère reconnaissance.

A Monsieur le Docteur C. DALLOZ,

A toute l'"équipe" du Laboratoire d'Hémodynamique

A NOS MAÎTRES DANS LES HÔPITAUX

EXTERNAT :

Monsieur le Professeur GUILLÉMINET

Monsieur le Docteur TOURAINE

Monsieur le Professeur MATHIEU

Monsieur le Professeur Agrégé GIGNOUX

Monsieur le Docteur MARTIN

Monsieur le Professeur R. FROMENT

Monsieur le Professeur Agrégé A. PERRIN

Monsieur le Professeur Agrégé J. NORMAND

Monsieur le Professeur Agrégé DEVIC

A NOS MAÎTRES DANS LE SERVICE DE CARDIOLOGIE

Monsieur le Docteur GALLAVARDIN

Monsieur le Docteur BRUN

A NOS CONFÉRENCIERS D'EXTERNAT

INTRODUCTION

Après la magistrale description de Henri Roger en 1879 (71), la communication interventriculaire, cardiopathie congénitale de fréquence diversement appréciée - Abbott, Selzer (73), Nadas (62), Friedberg (36), Soulié (79) - a suscité longtemps des études d'intérêt didactique.

Son "actualisation" repose sur l'avènement du cathétérisme cardiaque dans l'exploration des cardiopathies congénitales - Forsmann, Cournand, Ranges (23-91), et surtout sur la possibilité de la chirurgie à "coeur ouvert" en 1955 - Lillehei (30-51-83-85) -.

Nous présenterons d'abord, dans ce travail, notre matériel d'étude qui comporte cent communications interventriculaires explorées par cathétérisme cardiaque droit dans le laboratoire d'Hémodynamique de la Clinique cardio-vasculaire - Service du Professeur Froment -, pendant la période allant de 1952 à 1965.

Dans une première partie, nous verrons que l'étude oxymétrique seule ou jumelée à la phonocardiographie endocavitaire a permis presque toutes les fois le diagnostic de communication interventriculaire à shunt gauche droite. Nous insisterons largement sur ces techniques dans la mesure de leur importance avant d'aborder

La deuxième partie et l'étude des méthodes annexes :
les courbes de dilution des colorants surtout,
l'angiographie et la cinéangiographie sélec-
tive droite enfin.

Une troisième partie indiquera plus succinctement la place actuelle de ces techniques en regard de la sélection chirurgicale des malades ; celle-ci permettra en retour de vérifier la valeur des données du cathétérisme droit dans les communications interventriculaires.

CONSIDERATIONS EMBRYO-ANATOMIQUES

En accord avec les conceptions embryologiques - Spitzer (19-48-53) -, la plupart des auteurs - Selzer (73), Cooley (65), Damman (28), Nadas (62), Imperial (48), Grant (42) -, classent les CIV en deux grands TYPES ANATOMIQUES :

1 - La majorité des défauts siègent à la partie haute du septum (high septal defect), au carrefour complexe où se joignent les différents septa pendant la vie intra-utérine :

- . ainsi le défaut de la portion dite "membraneuse" s'ouvre dans la chambre de chasse ventriculaire droite (21 cas opérés),

- . mais une malformation des bourgeons auriculo-ventriculaires à ce niveau réalise des formes anatomiques particulières - Laurichesse et coll.(55), Robert et coll.(68) -,

- communication ventricule gauche - oreillette droite (1 cas opéré)

- CIV avec malformation tricuspidoenne (2 cas opérés)

sont les principales.

- . la proximité de l'anneau aortique, la présence de l'éperon de Wolff expliquent d'une part l'association à une insuffisance aortique (1 cas opéré), d'autre part à une sténose pulmonaire (1 cas opéré). Entités anatomiques, elles constituent de véritables "formes cliniques" ; elles ont soulevé des discussions nosologiques - Garamella et coll.(40), Ferrin et coll.(64), KECK et coll.(50)-, avec à leur limite

extrême le complexe d'Eisenmenger (°) (1 cas opéré en 1959), et la tétrade de Fallot "acyanotique"(°°) (2 cas opérés).

2 - Le septum inferius qui donne naissance à la partie "musculaire" du septum est le siège des défauts bas situés (low septal defect) dans la chambre de remplissage ventriculaire droite ; ils sont beaucoup moins fréquents ; ils ont leurs propres caractéristiques de forme, d'évolution, et d'hémodynamique.

On peut voir dans cet aspect anatomique des CIV certaines conditions du diagnostic hémodynamique. Taussig (79) a même lié l'anatomie et l'hémodynamique des défauts septaux interventriculaires en des corrélations beaucoup plus étroites qu'elles ne sont admises aujourd'hui -Bernardet (12), Nadas (62) -.

Si la localisation du défaut septal impose des conditions particulières au diagnostic hémodynamique, il faut retenir également l'influence de la DIMENSION de l'orifice -Selzer, Bécu, Swann (78)-. Son diamètre varie de 3 mm à 3 cm, sa forme est arrondie ou ovalaire.

(°) Complexe d'Eisenmenger : selon les critères de Wood -cités par Blomfield (14)- : CIV à shunt renversé ou bidirectionnel avec égalisation des pressions au niveau systémique, augmentation des résistances pulmonaires, désaturation artérielle périphérique.

(°°) La tétralogie de Fallot proprement dite est définie, sous un angle physiopathologique, comme l'association à une CIV - large et haute- , d'une sténose infundibulaire ou valvulaire, ou mixte, avec shunt droite gauche prédominant (cardiopathie cyanogène). A sa frontière se situent les CIV dites "à poumons protégés" avec shunt gauche droite. On s'accorde aujourd'hui à ne ranger dans le cadre des CIV que ces dernières, -Corone et coll.(24), Vernant et coll.(84)-, à l'exclusion de la tétrade proprement dite, cyanogène.

Cette taille n'est pas un élément fixe, en effet :

- Le défaut peut être oblitéré par une valve aortique prolabée (1 cas opéré)(40-64), ou par la fixation aux bords du défaut de la valve septale de la tricuspide, ou encore par l'hypertrophie d'un muscle papillaire - Lenègre (65) -.

- Suivant l'âge et la croissance, sa dimension "relative" peut augmenter ou au contraire diminuer - Nadas (62), Lucas (59), Imperial (48) -.

- La diminution peut aller jusqu'à la fermeture spontanée : Agustsson (7-69) cite 8 cas -chez des sujets qui ont eu des cathétérismes itératifs- ; pour Blomfield (14), elle a lieu dans 25 % des cas dans les deux premières années de la vie. Pour les auteurs, cette possibilité (dont la fréquence est difficilement déterminable), est surtout offerte aux CIV de localisation Basse, dites "musculaires".

.../...

MATERIEL D'ETUDE

Parmi les communications interventriculaires (CIV) explorées dans le laboratoire d'Hémodynamique de la Clinique cardio-vasculaire -Service du Professeur Froment- de 1952 à 1965, 100 ont été choisies pour être étudiées ici.

On a en effet écarté un certain nombre de cas dont les résultats ont paru trop incomplets, en particulier les cas antérieurs à 1958.

Parmi les 100 malades qui ont TOUS eu un cathétérisme des cavités droites :

- . 13 ont été cathétérisés 2 fois
- . 3 ont été cathétérisés 3 fois.
 - soit pour compléter les données de la première exploration hémodynamique,
 - soit pour suivre l'évolution de la cardiopathie et éventuellement réviser la conduite thérapeutique
 - soit, enfin, après l'intervention (2 fois).

La PREPARATION a comporté le plus souvent une thérapeutique sédative (barbituriques).

Suivant l'âge du sujet et l'état veineux, la VOIE D'ABORD a été :

- . soit la basilique, droite ou gauche,
 - . soit la veine saphène interne
- Dans ce dernier cas il n'a pas toujours été possible de pratiquer un cathétérisme de l'artère pulmonaire.

Pour les DOSAGES des GAZ du SANG, chez tous les malades, les échantillons ont été prélevés :

- . entre 1952 et 1959 environ lors du retrait de la sonde depuis l'artère pulmonaire aux veines caves,
- . ensuite, -et c'est la technique actuellement utilisée-, dans l'ordre suivant :

veine cave supérieure haute	{VCS haute}
veine cave supérieure basse	{VCS basse}
veine cave inférieure	{VCI}
oreillette droite	{OD}
ventricule droit	{VD}
artère pulmonaire	{AP}

Sous contrôle de l'enregistrement des pressions et du repérage scopique (amplificateur de brillance), aux différents niveaux.

La multiplication des échantillons a été nécessaire dans de nombreux cas.

Le contenu en oxygène (O_2) (°) des échantillons ainsi recueillis a été déterminé par la technique de Haldane, modifiée par Douglas et Curtis, jusqu'en janvier 1960 (33 cathétérismes), puis à l'aide de l'hémoréflexeur de Brinkmann et Zijlstra (1949)(°°), pour tous les autres cathétérismes.

On a pratiqué, en outre :

- dans 2 cas le test à l'oxyde nitreux,
- dans 15 cas des courbes de dilution de colorants, soit au bleu Evans (1 cas)
 - soit au bleu de méthylène (5 cas)
 - soit au cardio-green (ou Fox-green) (9 fois)

L'introduction d'une sonde micromanométrique d'Allard-Laurens - Soulié (75), Furuglio (32) -, a permis dans 44 cas l'enregistrement du son intracardiaque.

(°) La saturation en O_2 du sang, exprimée en pourcentage, est convertie en contenu d'oxygène exprimé en volume pour 100, suivant la formule :

$$O_2 \text{ contenu (Vol. \%)} = \frac{\text{saturation} \times \text{capacité oxyphorique}}{100}$$

Les détails sur ces données : Agé et coll. (1).

(°°) Kipp, Delft, Neederland.

12 fois on a opacifié les cavités par angiographie ou cinéangiographie sélective droite.

Au cours de tous les cathétérismes, les 'PRESSIONS' ont été enregistrées dans les cavités traversées à l'aide de l'électromanomètre d'Allard-Laurens avec observation sur un polyoscilloscope et enregistrement photographique simultané.

On a MESURÉ la consommation d'oxygène soit à l'aide du sac de Douglas avec analyse des gaz à l'appareil de Plantefol, soit avec le métabographe de Durupt.

Le principe de Fick a été appliqué pour le calcul des débits.

Enfin on a été amené à fixer arbitrairement :

1) la saturation du sang veineux pulmonaire à 97 ou 98 % de la capacité du sang artériel (les veines pulmonaires n'étant pas cathétérisées).

2) La saturation artérielle périphérique normale à 98 % (°), lorsque, dans certains cas, la ponction artérielle ne peut être réalisée.

(°) Normes du Laboratoire d'Hémodynamique de la Clinique cardio-vasculaire -Service du Professeur Froment-.

REPARTITION DES 100 CIV :

I - REPARTITION ANATOMIQUE :

- 67 CIV isolées où on individualise 3 cas de formes anatomiques particulières : communication ventricule gauche - oreillette droite, ou CIV et anomalie tricuspidiennne.
- 13 CIV avec sténose pulmonaire :
 - de type infundibulaire : 8 cas
 - de type valvulaire : 3 cas
 - de type mixte : 2 cas (°)
- 5 CIV avec insuffisance aortique (°°)
- 4 CIV avec veine cave supérieure gauche
- 3 CIV avec communication inter-auriculaire
- 2 CIV avec canal artériel (°°°)
- 1 CIV avec coarctation aortique
- 5 cas de complexe d'Eisenmenger

(°) 2 cas de "tétrade acyanotique", définie précédemment, dont 1 cas avait une insuffisance aortique associée au complexe malformatif. Il a paru intéressant de les inclure ici.

(°°) Nous comptons, parmi ces cinq cas, celui d'un malade opéré qui avait une CIV basse et une insuffisance aortique "autonome" et par conséquent ne se classant pas à proprement parler dans le cadre de la CIV et insuffisance aortique, entité anatomique telle que décrite plus haut.

(°°°) Dont 1 cas associe une insuffisance aortique au complexe malformatif.

II - REPARTITION "HEMODYNAMIQUE" :

Celle-ci se base sur les techniques plus ou moins nombreuses qui sont mises en jeu au cours du cathétérisme droit de ces 100 cas, en plus de l'enregistrement des pressions droites :

- 30 fois il y a une étude oxymétrique complète uniquement,
- 32 fois une oxymétrie et un phonocardiogramme endocavitaire (PEC),
- 5 fois une oxymétrie
un PEC
une courbe de dilution des colorants
- 4 fois une oxymétrie
un PEC
une angiographie sélective droite
- 7 fois une oxymétrie
une angiographie sélective droite
- 9 fois une oxymétrie
~~une~~ courbe de dilution des colorants
- 2 fois le test à l'oxyde nitreux
- 1 fois une oxymétrie
une courbe de dilution des colorants
une angiographie sélective droite

L'examen le plus fréquemment associé à l'oxymétrie est le PEC (44 fois),
ensuite les courbes de dilution de colorant (15 fois)
enfin l'angiographie sélective droite (12 fois).

III - REPARTITION DES RESULTATS OBTENUS suivant l'utilisation de une ou plusieurs techniques :

- 93 fois le diagnostic est fait par l'oxymétrie
- 4 fois par le PEC
- 2 fois par une autre technique :
 - dont une fois angiographie sélective gauche par ponction ventriculaire gauche et chirurgie,
 - dont une fois par courbe de dilution des colorants.(°)
- 1 fois il a été fait par le chirurgien.

Donc 6 fois le diagnostic de CIV n'a pas été fait par l'étude oxymétrique, demandant 5 fois l'aide d'une autre technique ; une fois le diagnostic a été fait par l'intervention.

Dans un certain nombre de cas l'opacification des cavités gauches (par la technique de Seldinger, ou par ponction ventriculaire gauche), vient confirmer ou compléter le diagnostic (5-23-61). Ici, nous ne ferons que mentionner éventuellement son utilisation, nous limitant aux données du cathétérisme cardiaque droit.

(°) Nous comptons ici un malade qui a eu 2 cathétérismes : C'est au 1er cathétérisme seulement que l'oxymétrie est restée négative, la courbe de dilution des colorants étant en faveur d'un léger shunt gauche droite ; le 2ème cathétérisme prouve formellement ce shunt par le test à l'oxyde nitreux, l'oxymétrie positive, guidée par le PEC.

Les deux "volants" de la conduite du diagnostic hémodynamique du shunt gauche droite à l'étage ventriculaire sont :

au premier chef l'étude oxymétrique,
aidée du phonocardiogramme endocavitaire dans de
nombreux cas.

Leur importance respective peut paraître déséquilibrée
en faveur de l'oxymétrie à la lecture de nos résultats :

94 diagnostics "oxymétriques" sur 100 cas -
4 diagnostics de phonocardiogramme endocavitaire.

En fait nous soulignons que l'utilisation de la phonocardiographie endocavitaire a permis de diminuer le nombre d'oxymétries "négatives", et apporte son intérêt propre au diagnostic. Mais même en tenant compte de ce fait, l'étude oxymétrique reste la base du diagnostic des communications interventriculaires.

Nous étudierons dans cette première partie :

- . les données de l'oxymétrie,
auxquelles sont annexés les résultats fournis par
la technique à l'oxyde nitreux (et la technique
d'inhalation d'oxygène pur (°)),
- . les données de la phonocardiographie endocavitaire.

(°) Non utilisée au Laboratoire d'Hémodynamique ; elle est un
apport au diagnostic des petits shunts.(49)

P R E M I E R E P A R T I E

ETUDE OXYMETRIQUE

Base du diagnostic hémodynamique du shunt gauche droite à l'étage ventriculaire, elle mérite une étude détaillée.

I - GENERALITES

PRINCIPE - METHODES UTILISEES - LIMITES - CRITERES CLASSIQUES

A travers cette "communication anormale entre les 2 coeurs" -Roger, 1879- le jet sanguin provenant du ventricule gauche va "artérialiser" le sang veineux mêlé du ventricule droit et de l'artère pulmonaire. C'est le fait essentiel : cette oxygénation anormale est la base de la méthode oxymétrique de détection des shunts gauche droite, la plus anciennement utilisée (57).

METHODES :

Le contenu en oxygène des cavités traversées a été déterminé soit par des méthodes chimiques, soit par des méthodes physiques, d'application plus récente :

Les méthodes chimiques :

basées sur le dégagement et le dosage de l'oxygène contenu (11-16-44)

. elles ont été les premières utilisées depuis la mise au point du cathétérisme cardiaque droit.

. tous les grands centres cardiologiques (U. S. A., Mexique, Europe) ont d'emblée eu recours à l'appareil manométrique de Van Slyke et Neill (1). Cette méthode, précise, reste la technique de référence de dosage de l'oxygène du sang. Elle a l'inconvénient de réclamer de longues manipulations.

. l'appareil de Haldane, modifié par Douglas et Curtis donne des résultats comparables à ceux de

l'appareil de Van Slyke et Neill dans l'étude de la courbe des saturations en oxygène du sang. En pratique la sensibilité paraît médiocre pour les saturations élevées (C. Agé).

Les méthodes physiques :

basées sur l'utilisation de la différence d'absorption de la lumière infra-rouge entre l'hémoglobine (Hb) et l'oxyhémoglobine (HbO₂). Il existe deux types principaux d'appareillage :

les oxymètres
l'hémoréflexeur.

. les oxymètres : méthode "continue" de dosage pendant le cathétérisme cardiaque (Wood E.H., 1948), est une technique très précise, donnant des résultats extemporanés, par passage du sang dans une "cuvette" reliée à l'oxymètre.

. l'hémoréflexeur : mis au point par Brinkman et Ziljstra (1949) est basé sur le même principe, mais c'est une méthode "discontinue" de dosage, bien qu'entre des mains expertes elle permette d'obtenir des résultats fidèles et rapides. (1)

La méthode réflectométrique qui utilise l'hémoréflexeur de Brinkman (°) est ainsi conduite :

L'échantillon sanguin est prélevé dans chaque cavité ou vaisseau au cours du cheminement de la sonde, des veines caves aux artères pulmonaires ; on obtient donc successivement un échantillon sanguin provenant de la VCS haute, basse, VCI, OD, VD et AP. Des auteurs -Zimmermann (91)- pratiquent de façon préférentielle une prise des échantillons lors du retrait rapide depuis l'artère pulmonaire (°°).

(°) Technique actuellement utilisée au Laboratoire d'Hémodynamique de la Clinique cardio-vasculaire.

(°°) Ces deux manières ont été utilisées au Laboratoire d'Hémodynamique. L'échantillonnage a paru préférable "en montant", éliminant un certain nombre de causes d'erreurs (1).

Le sang est prélevé de la cavité dans une seringue huilée, héparinée à l'abri de l'air. La saturation en oxygène peut être immédiatement déterminée, (quelques minutes) et permet ainsi de guider éventuellement les prélèvements suivants, ou la mise en route de techniques annexes.

Il faut insister sur l'ordre systématique des prélèvements, et sur le facteur "temps"

la saturation en oxygène de l'échantillon sanguin est presque immédiatement connue.

du premier au dernier prélèvement (sang VCS et AP le plus souvent), le délai doit être le plus restreint possible.

Une critique détaillée de la valeur des résultats obtenus par cette méthode en comparaison de ceux donnés par l'appareil de Van Slyke a été menée par Rodrigo, dans le service du Professeur Snellen (Leiden) et par Koch et Saunier dans le service du Professeur Sadoul.

Une courbe des données obtenues par les deux appareillages établit une bonne concordance (Rodrigo).

De même la valeur des résultats a été constatée au Laboratoire d'Hémodynamique où ils ont été comparés, pendant quelques temps, aux résultats obtenus avec l'appareil de Haldane, modifié par Douglas et Curtis (Agé et coll.(1)).

. Nous nous bornons à signaler l'existence des méthodes polarographiques (électrode de Clark).

LIMITES :

Les manipulations soigneuses inhérentes à ces techniques sont des facteurs de limitation de la méthode oxymétrique. Il vient s'y ajouter des facteurs très généraux, susceptibles d'influencer toute oxymétrie au cours d'un cathétérisme : sans insister, on peut rapidement citer les perturbations possibles apportées par la nécessité d'une anesthésie générale (ce qui est rare) chez un enfant très jeune (on y palliera par le choix de l'anesthésique et des précautions supplémentaires) ; les causes variées de modifications de viscosité sanguine ; l'anémie, l'insuffisance cardiaque, à vrai dire mauvaises indications relatives de l'exploration endocavitaire ; la désaturation progressive au cours de l'examen prolongé, qui diminue la

valeur absolue de la différence du contenu en oxygène entre les cavités ; les courants d'oxygénation qui ne jouent cependant au maximum qu'à l'étage auriculaire, etc...

CRITERES :

La connaissance de ces facteurs généraux comme celle des caractéristiques propres à chaque méthode a permis d'établir des critères maintenant classiques :

• le contenu en oxygène du sang est exprimé en volume pour 100 millilitres de sang ou en cc.

• Rappelons donc simplement que pour Dexter un enrichissement de ce sang en oxygène doit -pour être significatif dans le cas de la CIV- être au moins de 1 volume pour cent entre le VD et l'OD. Cournand, Lagerlöf admettent des chiffres inférieurs, Störstein légèrement plus élevés. Pour Blount, pour Soulié, une différence de 0,8 vol % entre les 2 cavités est la limite inférieure qui autorise un diagnostic de CIV (°).

RESULTATS DE L'ETUDE OXYMETRIQUE

Ils sont fondamentaux : ils permettent de détecter le shunt, parfois de suspecter sa localisation, souvent de mesurer son importance.

LA DETECTION ET LA LOCALISATION DU SHUNT :

L'enrichissement en oxygène du sang VD par rapport aux cavités d'amont doit être de 1 vol. % (Dexter)

au minimum de 0,8 vol. % (Soulié, Blount) -Lurie et coll.(60)-

$$VD - OD = 0,8 \text{ vol. \%}$$

C'est la formule théorique, stricte, des principes admis par les auteurs dans la détection des shunts gauche droite à l'étage ventriculaire.

(°) C'est le critère admis au Laboratoire d'Hémodynamique de la Clinique cardio-vasculaire.

Des modifications de cette formule stricte sont possibles : elles dépendent de facteurs intriqués (anatomiques, physiopathologiques, etc...). Leur connaissance est la base d'une interprétation nuancée du Chiffre.

Ainsi, l'artérialisation du VD se complète toujours plus ou moins dans l'AP :

- . cependant, complétée de façon très importante elle est suspecte : on cherche l'existence d'un canal artériel associé. Ce cas doit être différencié du canal artériel persistant avec insuffisance pulmonaire.

- . en cas de CIV peu importante, l'artérialisation ne se complète pas du tout dans l'AP et se réduit à un jet sanguin très oxygéné dans le VD (chambre de remplissage ou infundibulum)

- . enfin la suroxygénation ne se produit que dans l'AP

- . dans ces deux derniers cas, on est en droit de suspecter la localisation haute de la CIV.

L'oxygénation anormale peut, au contraire, beaucoup plus rarement, commencer dès l'oreillette droite. Il s'agit de cas particuliers délicats à interpréter sur la seule oxymétrie.

LA MESURE DU SHUNT :

L'artérialisation est importante à partir de 2 vol. %.

L'application du principe de Fick dans les formules suivantes permet le calcul des débits :

$$DS = \frac{\text{consommation d'O}_2 \text{ (cc./minute)}}{\text{contenu en O}_2 \text{ du sang artériel} - \text{cont. en O}_2 \text{ du sang veineux (prélevé en amont du shunt -ml./litre-)}}$$

$$DP = \frac{\text{consommation d'O}_2 \text{ (cc./minute)}}{\text{cont. en O}_2 \text{ du sang VP.} - \text{cont. en O}_2 \text{ du sang AP. (ml./litre)}}$$

soit DS = Débit systémique,

DP = Débit pulmonaire,

sang VP = sang veineux pulmonaire,

sang AP = sang artériel pulmonaire.

- . Le débit du shunt étant la différence entre le débit systémique et le débit pulmonaire.
- . On peut le rapporter au m² de surface corporelle -Garcia (41)-, ou l'exprimer en pourcentage de la circulation pulmonaire.
- . Un shunt est important pour 31./mn/m² -Garcia (41)-, ou 50 % du débit pulmonaire.

La valeur de ce résultat peut être entachée par diverses causes d'erreurs :

La consommation d'Oxygène, qui est mesurée pour certains avec l'appareil spirométrique de Benedict Roth -Lucas (59)-, ou bien supposée, surtout chez le jeune enfant, d'après une valeur basale de 172 ml d'oxygène par m² par minute, ou rapportée éventuellement à des tables de métabolisme basal -Bloomfield (14)-.

. Bouchard(18) voulant éliminer ce facteur, souvent non négligeable, calcule le rapport :

$$\frac{DP}{DS} = \frac{\text{volume O}_2 \text{ artère fémorale} - \text{volume O}_2 \text{ oreillette droite}}{\text{volume O}_2 \text{ artère fémorale} - \text{volume O}_2 \text{ artère pulmonaire}}$$

En cas de shunt gauche droite, il est considéré comme important s'il est supérieur à 1,5 ou 2.

En cas de shunt croisé, la formule est modifiée comme suit :

$$\frac{DP}{DS} = \frac{\text{contenu O}_2 \text{ artère fémorale} - \text{contenu O}_2 \text{ oreillette droite}}{\text{contenu O}_2 \text{ veine pulmonaire} - \text{cont. O}_2 \text{ artère pulmonaire}}$$

. De même on "suppose" la valeur de la saturation veineuse pulmonaire, si elle n'a pas été mesurée réellement, fixée à 98 % par Swann, Burchell, Wood
fixée à 97 % par Soulié, Joly.(°)

. Des formules ont été établies pour calculer la surface du défaut -Gorlin (43)-.

L'étude de nos résultats, à propos de 100 cas cathétérisés, va nous permettre de concrétiser ces données de façon précise.

(°) 97 ou 98 % au Laboratoire d'Hémodynamique de la Clinique cardio-vasculaire.

II - EXPERIENCE du laboratoire d'Hémodynamique, à propos de 100 cas examinés.

Nos 100 cas ont eu une étude oxymétrique complète.

Une ou plusieurs techniques adjointes ont concouru au diagnostic du shunt gauche droite, mais 25 fois elle a été la seule utilisée.

33 fois cette étude oxymétrique a été faite avec l'appareil de Haldane, modifié par Douglas et Curtis, pendant la période allant de 1952 à 1960. Le tout début de l'utilisation de cet appareil semble correspondre au début du diagnostic hémodynamique des CIV (coïncidant d'ailleurs avec une chirurgie cardiaque encore restreinte dans le domaine de cette cardiopathie congénitale). Ce qui explique sans doute en partie que :

29 fois sur 33 le shunt gauche droite mis en évidence était supérieur à 2 vol. %, donc important.

14 fois le diagnostic reposait sur la seule oxymétrie (sur 25 fois où elle a été la seule preuve) parmi nos 100 CIV étudiées -en particulier la phonocardiographie endocavitaire n'était encore que peu utilisée au Laboratoire d'Hémodynamique- .

Après avoir signalé ces caractéristiques, nous ne séparons plus les données oxymétriques obtenues avec l'appareil de Haldane modifié par Douglas et Curtis de celles obtenues à l'aide de l'hémoréflexeur de Brinkman utilisé dans tous les cas depuis janvier 1960. Nous avons déjà remarqué la bonne concordance des résultats obtenus par l'un et l'autre.

REPARTITION DES RESULTATS de l'étude oxymétrique : (Tableau I)

Dans 24 cas l'oxymétrie a été "positive".

Dans 6 cas elle a été "négative".

Suivant l'importance du shunt gauche droite ont été distingués :

. les shunts importants, supérieurs à 2 volumes pour cent : 49 cas (les plus fréquents).

. les shunts modérés ou petits, de 0,8 à 2 vol. % : 40 cas où :

- on sépare les cas où la "suroxygénation reste localisée" à l'artère pulmonaire seule : 7 fois à une partie du ventricule droit - infundibulum ou chambre de remplissage - : 10 cas

- les 23 autres cas répondant à la mise en évidence d'une différence en oxygène entre le VD (et l'AP) et l'OD, comme il est habituel.

. Enfin dans 5 cas où les constatations cliniques et hémodynamiques avaient prouvé antérieurement l'existence d'un shunt gauche droite, l'oxymétrie a formellement montré que ces malades étaient passés secondairement dans le cadre du complexe d'Eisenmenger.

RESULTATS :

L'apport de l'oxymétrie au diagnostic du shunt gauche droite à l'étage ventriculaire apparaît primordial d'après ce bilan .

En effet il permet :

Le diagnostic positif et de localisation (ce dernier dans une certaine mesure).

- a - qui peut être facile : cas fréquent, habituel
- b - parfois difficile
- c - quelques cas qui sont à la limite de notre étude
- d - cas "négatifs" enfin.

Le diagnostic d'importance du shunt :

- a - sur la mesure du volume du shunt
- b - sur le calcul des débits.

Apport de l'étude oxymétrique à la DETECTION et la LOCALISATION du shunt.

A - Il est des cas faciles où on peut affirmer avec sûreté un shunt gauche droite selon les critères classiques de l'enrichissement en oxygène des cavités $VD - OD = 0,8 \text{ vol. } \%$ au minimum.

Ce diagnostic a été facile dans le plus grand nombre de cas.

1) Dans les cas habituels, de shunt modéré ou important surtout, on détecte la suroxygénation dans le ventricule droit, de façon homogène, au même taux que dans l'artère pulmonaire. Parfois, cette suroxygénation se complète de façon plus ou moins importante dans l'artère pulmonaire.

. Nous comptons 52 cas de ce type.

. Nous présentons un cas de ce groupe :

Gia..., 5 ans, se présente cliniquement comme une CIV. L'étude oxymétrique pendant le cathétérisme droit affirme le shunt gauche droite ventriculaire sur une différence de contenus en oxygène entre VD et OD de $1,84 \text{ vol. } \%$. Si on fait la moyenne des contenus en oxygène en amont du shunt, cette différence ($VD - \text{moyenne d'amont}$) est de $2,06 \text{ vol. } \%$. Dans l'AP on trouve une artérialisation identique ($2 \text{ vol. } \%$).

Ces données sont confirmées par une courbe de dilution de colorants (bleu Evans).

Une autre preuve est fournie par le cathétérisme du ventricule gauche, affirmé sur la vision de courbes de pressions de ce type sur le polyscope.

Enfin l'intervention (1961 - circulation extra-corporelle) montre une CIV de la taille d'un crayon, siégeant au "pied du pilier interne de la tricuspide".

Le cathétérisme post-opératoire ne décèle aucun shunt. L'état du sujet est satisfaisant.

2) De façon assez fréquente, les prélèvements sanguins faits dans le ventricule droit ne sont pas suroxygénés de façon homogène :

. le shunt n'est objective au niveau de la chambre de remplissage ou seulement (beaucoup plus souvent) à partir de la chambre de chasse.

. L'artérialisation est présente dans l'AP.

Nous comptons 12 cas de ce type.

Description du cas de Ann..., 22 ans : se présente cliniquement comme une CIV à petit shunt (bilan électro-radiologique subnormal, pas de symptomatologie fonctionnelle). Ceci est confirmé au cours du cathétérisme droit par une oxymétrie "positive" à partir du VD haut seulement (le prélèvement sanguin à la pointe du VD n'est pas suroxygéné). Le prélèvement AP est également suroxygéné.

VD haut - moyenne d'amont = 1,76 vol. %

AP - moyenne d'amont = 1 vol. %

Les courbes de dilution des colorants corroborent ces données en faveur d'un léger shunt gauche droite.

Ces données permettent de suspecter une CIV "haute".

3) Enfin il est possible de ne détecter qu'une "veine de suroxygénation" ventriculaire droite, au niveau de l'infundibulum,

ou au niveau de la cham-

bre de remplissage,

sans que le shunt soit mis en évidence dans l'artère pulmonaire.

. Nous comptons 10 cas de ce type.

Description du cas de Col..., 21 ans, chez qui l'étude oxymétrique objective une différence de contenu en Oxygène entre le lieu du maximum du souffle endocavitaire et les prélèvements multipliés dans le ventricule droit moyen, la pointe du VD et l'OD (1,16 vol. %), on ne détecte aucune "artérialisation" artérielle pulmonaire.

Cette observation est de même un exemple de l'apport du phonocardiogramme endocavitaire, qui a guidé le prélèvement sanguin ventriculaire au maximum du souffle enregistré (à type de régurgitation).

On affirme, sur cette double preuve, la CIV minime ; on est en droit de soupçonner un siège infundibulaire (sans pouvoir l'affirmer).

Ces cas, souvent plus délicats à interpréter, nécessitent l'apport d'une autre technique : c'est, bien souvent, le phonocardiogramme endocavitaire qui permet d'obtenir une oxymétrie positive en guidant le prélèvement sanguin.

B - Il est des cas difficiles :

Ils sont peu fréquents.

La gazométrie, "positive", demande une interprétation nuancée et intégrée dans son contexte clinique et hémodynamique.

. La difficulté peut provenir :

a) d'une artérialisation atypique, existant uniquement au niveau de l'artère pulmonaire, les prélèvements d'amont ne suggérant pas le shunt gauche droite ou le faisant tout juste soupçonner (VD - OD = 0,5 vol. %) : 7 cas.

b) L'artérialisation évidente dans le VD se complète de façon "trop" importante dans l'artère pulmonaire : 3 cas.

c) l'artérialisation commence dès l'oreillette droite : il existe deux "paliers" de suroxygénation, veines caves - OD et VD - OD. : 5 cas

. Illustrations de chaque type de difficulté et commentaires :

a) L'artérialisation de l'artère pulmonaire seule.

Dans ce cas une preuve supplémentaire, par une autre technique, est particulièrement souhaitable.

Cas de Gon..., 10 ans :

L'étude oxymétrique objective, dans l'AP seulement, une suroxygénation de 0,8 vol. % (°) (par rapport à la moyenne des prélèvements en amont du VD), mais le phonocardiogramme endocavitaire a enregistré des souffles typiques ;

A noter qu'en plus de la CIV de volume minime on met en évidence un rétrécissement pulmonaire valvulaire modéré.

On peut soupçonner le siège haut du défaut septal.

b) L'artérialisation, évidente dans le ventricule droit, se complète de façon importante dans l'artère pulmonaire.

. ce peut être le fait d'une "CIV haute" - Selzer (73-12) cite 4 cas sur 138 CIV et pense qu'il s'agit de CIV siégeant au dessus de l'opéron de Wolff,-

(°) Il est intéressant de remarquer chez cette malade -mais le cas est assez fréquent- une veine cave inférieure très oxygénée qui aurait pu remanier les résultats de l'oxymétrie.

. mais il peut s'agir d'un canal artériel associé à la CIV : l'oxymétrie peut soulever cette hypothèse mais ne permet pas, à elle seule, de résoudre ce problème (nos 3 cas).

. on peut avoir à discuter ici - l'existence de canal artériel hypertensif associé à une insuffisance pulmonaire,

- un anévrysme de Valsalva rompu dans les cavités droites ; il s'agit de lésions rares qui réalisent le tableau oxymétrique de CIV.

Cas de Bou... : jeune garçon de 11 ans, lors de son premier cathétérisme, en 1958, on affirme le shunt gauche-droite avec différence oxygénée VD - OD de 3 vol. % environ. (une angiographie par voie gauche faite alors soulève l'hypothèse de canal artériel associé ?)

En 1963 : l'exploration droite confirme au point de vue oxymétrique une différence en oxygène VD - OD de 1,28 vol. %.

mais surtout une exagération de cette artérialisation au niveau de l'AP à 3 vol. %.

Le passage de la sonde dans le VG à partir du VD avec prélèvement sanguin et enregistrement des pressions cavitaires est une preuve adjuvante de la CIV, mais il reste en suspens le problème du canal artériel associé, infirmer par une angiographie faite par voie gauche (suivant la méthode de Seldinger). Le chirurgien trouve seulement en effet une CIV de la partie haute et antérieure du septum de 1 cm de diamètre.

Cas de Mon..., 13 ans : sur une saturation oxygénée haute dans le VD, par rapport aux cavités d'amont, mais largement complétée dans la voie artérielle pulmonaire (où elle est, à la bifurcation artérielle pulmonaire, de presque 100 %) et sur le phonocardiogramme endocavitaire surtout, on affirme un canal artériel associé à la CIV ; ce que confirment l'angiographie sélective droite et gauche ; enfin le chirurgien trouve la "CIV de la taille d'une pièce de 1 F sous la saillie proéminente de la crista et un gros canal de 5 mm de diamètre, de 1 cm de long" (insuffisance aortique associée).

c) L'artérialisation commence dès l'oreillette droite avec 2 "paliers de suroxygénation" (°)

(°) Le critère classique pour admettre une communication interauriculaire est une différence du contenu en oxygène de 1,8 vol. % entre l'OD et les veines caves.

. il peut s'agir d'une communication inter-auriculaire associée à la CIV (2 cas)

. il peut s'agir d'une CIV de type anatomique particulier :

CIV associée à une anomalie tricuspидienne
(2 cas) ou bien communication VG - OD (1 cas)

. il faut savoir éliminer une communication interauriculaire simple dont l'oxygénation auriculaire "monte" jusqu'à l'artère pulmonaire de façon importante ; de même que le canal atrio-ventriculaire qui réalise le même tableau oxymétrique.

L'observation de Mon..., 8 ans, est illustrative :

Par les dosages sanguins et la courbe de dilution de colorant affirmant un shunt gauche droite dès l'étage auriculaire.

Par l'étude angiographique qui affirme une communication VG - OD.

Par la vérification chirurgicale enfin (chez ce malade déjà opéré antérieurement d'une coarctation) qui trouve une CIV avec cleft tricuspидienne (valve septale).

Cette vérification, expliquant l'oxymétrie, met en évidence la sûreté et la précision de la méthode et affirme aussi la nécessité d'une interprétation nuancée et réfléchie dans le cadre clinico-hémodynamique, à la recherche d'une synthèse logique.

L'interprétation de cette forme anatomique particulière n'en reste pas moins délicate : si la communication VG - OD peut être prise sur l'ensemble des données pour une communication interauriculaire, un canal atrio-ventriculaire, nous pouvons citer un cas (°) où ce diagnostic rare a été porté à tort (Bor..., cf. Chapitre phonocardiogramme endocavitaire).

(°) Bien entendu ce cas n'est pas compté parmi nos 100 malades. Nous le citons à titre illustratif des aléas du diagnostic.

C - Cas situés à la limite de notre étude (°), mais de diagnostic oxymétrique :

- 1) les shunts dits "mixtes" ou bidirectionnels :
 - . où le shunt gauche droite reste largement prédominant. (2 cas)
 - . où le shunt gauche droite persiste à minima. (2 cas)
 - . au maximum lorsque le shunt gauche droite est presque nul ou nul est réalisé le :
- 2) Complexe d'Eisenmenger : 5 cas qui répondent aux critères du cadre nosologique admis pour ce syndrome; outre l'absence de shunt gauche droite, l'oxymétrie objective le degré de désaturation artérielle périphérique.
- 3) la tétrade "acyanotique" (2 cas) : ces malades conservent un petit shunt gauche droite diagnostiqué par l'étude oxymétrique.
- 4) chez ces sujets, l'épreuve d'inhalation d'oxygène permet de déterminer la cause "centrale" de la désaturation artérielle périphérique.

D - L'oxymétrie a été "négative" 7 fois :

. 6 de ces cas répondent au problème du dépistage des très petits shunts dits "infraoxymétriques" (°°) ~~Le non-~~ nombre très restreint de ces cas prouve la valeur de la méthode comme elle en indique une des limites.
A cette défaillance de la gazométrie pallie une autre technique :

1 fois seulement on a utilisé l'angiographie sélective gauche (par ponction ventriculaire gauche), car le plus souvent le couplage avec le phonocardiogramme endocavitaire permet le diagnostic ; en effet :

(°) Que nous avons convenu d'introduire, étant donné les frontières nosologiques difficiles à trancher.

(°°) Le shunt est dit "infraoxymétrique" (C. Agé) lorsque les dosages sanguins ne permettent pas son affirmation sur une différence oxygénée minima de 0,8 vol. % entre VD et OD. Suivant le contexte, le shunt peut être soupçonné sur une "artérialisation" ventriculaire droite de 0,5 vol. %.

- . 1 fois il fait le diagnostic, au cours d'une deuxième exploration droite, par lui-même et en guidant les prélèvements qui sont positifs ;

- . 3 fois il permet le diagnostic de CIV.

- . Enfin dans 1 cas 2 cathétérismes itératifs ne relèvent aucune artérialisation nette ; la deuxième fois le phonocardiogramme endocavitaire affirme la CIV.

- . Dans l'cas le diagnostic oxymétrique du shunt gauche droite n'a pas été fait ;

Cas de Zam..., 33 ans : 3 cathétérismes itératifs (1 en 1952, 2 en 1958, Dr Cahen), montrent l'absence de shunt gauche droite. Une angiographie fait porter le diagnostic d'anévrysme de Valsalva rompu, pour lequel la malade est confiée au chirurgien. Le diagnostic opératoire et anatomique (décès post-opératoire par hémorragie) est CIV avec "insuffisance aortique par grande valve aortique prolabée".

Un cas identique est cité par Garamella et coll.(40).

- . Nous nous arrêterons un instant sur le problème de la CIV - Insuffisance aortique, véritable entité, réalisant le syndrome décrit par Laubry et Pezzi.

- il a été étudié par de nombreux auteurs : Garamella (40), Perrin et coll.(°)(64), Keck et coll. (50)

- son aspect anatomo-clinique grève le diagnostic hémodynamique de divers écueils : caractérisé par une CIV haute et antérieure, avec insuffisance aortique portant sur une valve le plus souvent,

- cliniquement difficile à distinguer d'un canal artériel, de fistule aorto-pulmonaire, d'un anévrysme de Valsalva rompu (diagnostic porté dans le cas de Zam...), de CIV avec insuffisance aortique "autonome"(acquise ou anomalie congénitale propre : 1 cas opéré).

- Le diagnostic oxymétrique peut ne montrer l'oxygénation qu'à l'étage artériel pulmonaire (CIV haute) ou rester négatif.

- Enfin, le phonocardiogramme endocavitaire est d'un intérêt certain : devant le problème clinique de double souffle -ou souffle continu- il montre l'absence de séméiologie diastolique dans la voie pulmonaire et ventriculaire droite, en faveur du diagnostic de

(°) Dans cet article, revue de la littérature.

CIV plus insuffisance aortique -Wolff (88), Feruglio (32), Soulié (75)-.

Apport de l'étude oxymétrique dans le DIAGNOSTIC DE L'IMPORTANCE du shunt. (Tableau I)

- La seule détection de l'artérialisation permet une mesure du shunt.

Le shunt est considéré comme important à partir d'une sur-oxygénation de 2 vol. % dans le ventricule droit.

- . cas supérieurs ou égaux à 2 vol. % : 49.
- . cas inférieurs à 2 vol. % (cas de 0,8 % à 2 vol. %) : 40.

- Diverses formules permettent de "chiffrer" l'importance du shunt.

Nous avons, lorsque c'était possible, calculé

- . le rapport des débits suivant la formule de Bouchard (18) - calculé 17 fois
- supérieur ou égal à 1,5 : 11 fois

- . le débit du shunt (différence entre débit pulmonaire et systémique)
- calculé 27 fois
- au minimum de 0,8 l./mn ; au maximum 11,6 l./mn, le plus fréquemment trouvé entre 1,5 et 4 l./mn.

En annexe de cette étude oxymétrique, il faut mentionner la possibilité du PASSAGE A GAUCHE du cathéter à partir du ventricule droit.

Il est rarement obtenu (9 fois), ce qui est généralement reconnu. Il doit être corroboré par le repérage scopique, l'enregistrement des pressions et surtout le prélèvement sanguin dans le ventricule gauche. Des auteurs affirment -Bernardet(12)- "qu'il n'est pas souhaitable, peu facile, et qu'il peut paraître inutile". (Ainsi le passage dans l'aorte n'indique pas à fortiori la dextroposition : Soulié et coll.(76-77), Corone et coll.(24).

TECHNIQUES ANNEXES DE L'OXYMETRIE

A - TEST A L'OXYDE NITREUX (ou protoxyde d'azote)

C'est à Morrow et Sanders (26) que l'on doit la mise au point de cette technique dans la détection des shunts gauche droite.

Le protoxyde d'azote est inhalé par le sujet pendant un temps donné ; des prélèvements sanguins sont effectués dans une cavité droite, et, en même temps, au niveau d'une artère périphérique. Les propriétés physico-chimiques de ce gaz inerte rendent compte :

- de la méthode de dosage (qui est une détermination de l'azote contenu) avec l'appareil de Van Slyke et Neill,

- de l'expression des résultats :

- . Etablis en % : $\frac{\text{différence de contenu d'azote dans le sang veineux}}{\text{différence de contenu d'azote dans le sang artériel}}$
 - . Shunt gauche droite certain à partir de 30 %
 - . Shunt gauche droite douteux entre 20 et 30 %
- (d'après Dalloz et coll.(26)).

En même temps que le diagnostic de présence du shunt, un diagnostic de sa localisation peut être porté par la répétition de l'épreuve dans les diverses cavités droites - sans incidents signalés par les auteurs (26).

Nos résultats : 2 tests ont été réalisés suivant cette méthode pour la détection du shunt gauche droite à l'étage ventriculaire : il a été positif dans les deux cas.

- Chez 1 malade il confirme le diagnostic oxymétrique, nettement positif, affirmant la présence du shunt gauche droite à l'étage ventriculaire.

- Chez le 2ème malade, il apporte une preuve supplémentaire au diagnostic d'un petit shunt gauche droite.

Cas N° 1 : Toc...

- Enfant de 6 ans et demi lors du premier cathétérisme qui prouve la CIV (avec hypertension pulmonaire) sur l'étude oxymétrique seule : la différence entre le prélèvement VD et OD est de 2,65 vol. %.

- Au cours du 2ème cathétérisme droit, le volume du shunt est retrouvé à 2,2 vol. %.

Le test à l'oxyde nitreux objective le shunt gauche droite au niveau ventriculaire ; l'absence de shunt à l'étage auriculaire :

$$OD/AF = 2 \%$$

$$VD/AF = 75 \%$$

- L'intervention sous CEC (Pr Michaud) montre la CIV.

Cas N° 2 : Jey..., 23 ans (°)

- Le premier cathétérisme droit ne permet pas de retenir d'après l'oxymétrie l'existence du shunt gauche droite, mais la courbe de dilution plaide formellement dans le sens d'un shunt gauche droite léger.

- Le 2ème cathétérisme comporte :

1) un phonocardiogramme endocavitaire qui enregistre un souffle VD typique

2) une oxymétrie cette fois guidée par la sonde micromanométrique objecte une suroxygénation localisée au VD haut au maximum d'intensité du souffle (0,84 vol. %)

3) enfin le test à l'oxyde nitreux est lui aussi en faveur du shunt gauche droite léger :

$$VD/AF = 33 \%$$

Les auteurs (26) reconnaissent une bonne sensibilité à la méthode de l'oxyde nitreux, comme technique d'appoint. Mais il semble qu'actuellement elle soit supplantée par l'utilisation de la phonocardiographie endocavitaire en particulier. Elle présente l'inconvénient de prolonger l'examen, et de nécessiter de longues manipulations. (26).

B - Nous n'avons pas utilisé l'INHALATION D'OXYGENE PUR pour le diagnostic des petits shunts.

Mais Karnegis (49) affirme que cette épreuve très simple permet leur mise en évidence. Il le vérifie dans 15 cas au cours du cathétérisme droit.

Les saturations en oxygène du sang sont déterminées par une double vérification (appareil de Van Slyke et Neill et cuvette oxymétrique extemporanée), avant et après inhalation d'oxygène pur pendant 20 minutes au moins.

Il pense que cette méthode peut facilement être utilisée lorsque le diagnostic oxymétrique est en défaut.

Cependant multiplier les prélèvements et prolonger l'exploration endocavitaire n'est pas toujours possible, ni souhaitable (soustraction de sang chez un enfant très jeune, etc...).

(°) Cas cité plus haut.

D O N N E E S D E L ' O X Y M E T R I E

DIAGNOSTIC	D I F F E R E N C E E N 0 2			
	E N T R E V D E T O D		S U R O X Y G E N A T I O N L O C A L I S E E	
	≥ 2	DE 0,8 à 2	DE 0,8 à 2 VOLUMES	
	VOLUME %	VOLUME %		
			SHUNT EXCLUSIF	SHUNT EXCLUSIF
			DANS L'AP	DANS LE VD (inf.
				ou ch. de rem.)
V. isolées	36	18	3	5
V. + sténose pulm.	5	3	3	2
V. + V.C.S. gauche	4			
V. + I.A.	2		1	2
V. + C.I.A.	1	1		
V. + canal artériel istant	1	1		
V. + sténose de rthme				1
T A L	49	23	7	10

TIONS : C.I.V. : communication inter-ventriculaire
 O.D. : oreillette droite
 V.D. : ventricule droit
 A.P. : artère pulmonaire
 I.A. : insuffisance aortique
 C.I.A. : communication interauriculaire
 Inf. : infundibulum
 Ch. de rem. : chambre de remplissage

PHONOCARDIOGRAPHIE ENDOCAVITAIRE

I - GENERALITES

INTRODUCTION :

"Beaucoup de bruit pour rien" a-t'on pu dire du classique souffle de Roger, holosystolique, rude et frémissant, à la partie moyenne du thorax d'un sujet de bonne apparence, signant un diagnostic et un pronostic.

Cet aspect ne résume plus aujourd'hui que la forme purement stéthacoustique, mineure, de la maladie.

L'apport de l'enregistrement du son intracardiaque est non seulement important dans le diagnostic de ses diverses formes cliniques, mais son intérêt n'est pas moindre dans l'affirmation du petit shunt de la classique "maladie de Roger"(^o), devant un souffle dont on peut quelquefois suspecter l'organicité, ou surtout discuter l'origine : dans certains cas, en effet, se pose le diagnostic différentiel avec une insuffisance mitrale ou un rétrécissement aortique.

HISTORIQUE :

Après la première tentative chez l'animal par Yamakawa (en 1954), c'est Lewis (1957) qui essaya chez l'homme l'enregistrement du phonocardiogramme intra-cardiaque, puis Moskowitz qui enregistra simultanément le son et les phénomènes mécaniques intracardiaques chez l'animal et chez l'homme.

(^o) Nous l'entendons ici dans les limites restrictives que Wood a proposé d'accorder à ce concept : "maladie de Roger" : "forme frustrée" de la maladie. -Friedberg (36), Corone et coll.(24), Gueffin (45), Zimmermann(91)-.

C'est à Soulié et son école (75) que revient d'avoir développé dès 1954, la technique de l'enregistrement du son intracardiaque, grâce à la sonde micromanométrique mise au point par Allard et Laurens (présentée pour la première fois au 2ème congrès mondial de cardiologie de Washington).

D'autres auteurs, Feruglio et coll.(32), Segal et coll.(74), ont aussi étudié l'apport de la phonocardiographie intracavitaire au diagnostic des diverses cardiopathies et à la compréhension des mécanismes de production des souffles et bruits intracardiaques.

MATERIEL - METHODE :

L'incorporation à l'extrémité du cathéter d'un micromanomètre type Allard-Laurens permet l'enregistrement simultané du son et de la pression intracardiaque. Pour un calibre supérieur du cathéter (sonde n°8), une canalisation supplémentaire débouchant latéralement -à 15 mm de l'extrémité- permet le prélèvement d'échantillons sanguins suivant un repérage précis.

On introduit cette sonde spéciale comme toute autre sonde utilisée au cours du cathétérisme droit. Le son intracardiaque ainsi enregistré au lieu de sa production peut être analysé au point de vue fréquence vibratoire par enregistrement simultané sur des canaux sélectifs de hautes, moyennes et basses fréquences, comme en phonocardiographie externe ou simplement comme nous l'avons fait jusqu'à présent avec le dispositif originel d'Allard-Laurens, donnant d'une part un enregistrement "global" et d'autre part une courbe "enveloppe" c'est-à-dire de fréquences élevées. De toute façon, on peut étudier le mode de propagation qui se fait toujours dans le sens du courant sanguin, et pratiquement pas à travers les parois des cavités ou des vaisseaux.

Quelles sont les DONNEES du Phonocardiogramme endocavitaire et comment les INTERPRETER ?

1) Typiquement le phonocardiogramme endocavitaire localise dans le VD le souffle de Roger : holosystolique, de type régurgitation, sans irradiation dans l'oreillette droite ni l'artère pulmonaire - superposable aux données auscultatoires et phonocardiographiques externes (66).

. Mais les modifications fréquentes de ces caractères en fonction de l'importance du shunt

gauche droite ont été soulignés par plusieurs auteurs : Pour Craige (46), seuls les shunts petits et moyens ont le souffle holosystolique "en diamant" ; les très gros shunt (Leatham, Segal) associe au souffle de régurgitation dans le ventricule droit un souffle d'éjection losangique dans l'artère pulmonaire et un doublement du 2ème bruit ; en cas de CIV hypertensive, on enregistrerait plutôt un souffle plus court et souvent triangulaire avec clangor du 2ème bruit.

. L'association à d'autres malformations impose ses propres modifications (ainsi les sténoses pulmonaires étudiées par Soulié (75)), de même que l'enregistrement du son intra-cardiaque dans les formes anatomiques particulières de CIV (communication VG - OD.)

2) Outre la forme des souffles enregistrés dans le ventricule droit , - rectangulaire
- ou losangique,
dans l'artère pulmonaire, (losangique),
les corrélations entre intensité du souffle et aspect hémodynamique ont été recherchées :
Pour Feruglio (32) : intense en cas de shunt gauche droite prédominant (sans préjuger de la taille du défaut septal), il domine plutôt lorsque le shunt est réduit ou tend à s'inverser ;
il est maximum dans le jet du shunt en face de la déchiscence septale -Soulié (75)- diminuant rapidement dans le reste de la cavité.

Tous ces résultats sont également ceux du laboratoire d'Hémodynamique -Agé et coll.(2)- et permettent donc non seulement le diagnostic positif mais aussi le diagnostic de localisation du shunt gauche droite de la communication interventriculaire.

II - ETUDE DES CAS EXAMINES

Sur les 100 malades cathétérisés par voie droite, 44 ont eu un phonocardiogramme endocavitaire.

REPARTITION ANATOMIQUE des cas :

- 29 CIV isolées,
- 15 CIV associées à une autre malformation :
 - 1 CIV avec veine cave supérieure gauche,
 - 3 CIV avec insuffisance aortique,
 - 8 CIV avec sténose pulmonaire (infundibulaire, valvulaire ou mixte),
 - 1 CIV (chez une malade opérée de coarctation)
 - 1 CIV avec persistance de canal artériel (opérée antérieurement de coarctation aortique)
 - 1 CIV avec communication interauriculaire

REPARTITION DES RESULTATS :

Le phonocardiogramme endocavitaire-a"double" la preuve oxymétrique : 33 cas.

-il a permis ce diagnostic oxymétrique en guidant le prélèvement sanguin : 6 cas (°) (shunts légers qui ne seraient probablement pas diagnostiqués par l'oxymétrie seule).

-il a suppléé à une insuffisance de l'oxymétrie :

- surtout lorsque le shunt, minime, n'a pas été détecté par l'oxymétrie, il affirme son existence (4 fois)

- l'oxymétrie a pu se révéler d'interprétation délicate :

- . lorsque la CIV "shunte" à l'étage artériel pulmonaire seulement (5 fois)
- . ou quand une autre malformation cardiaque lui est associée (surtout 1 cas de persistance de canal artériel associé à la CIV, 2 cas de CIV avec insuffisance aortique), où il va permettre le diagnostic.

- enfin il complète le tableau hémodynamique dans 8 cas de CIV avec sténose pulmonaire associée, diagnostiqués par l'oxymétrie.

(°) Beaucoup plus souvent si on compte dans cette rubrique les cas où le PEC permet un prélèvement très oxygéné face au défaut, l'oxymétrie étant par ailleurs très positive.

Un examen complémentaire a été parfois associé au phonocardiogramme et à l'oxymétrie.

Le phonocardiogramme endocavitaire est susceptible d'erreurs (2 cas)(°) ou de limitation.

RESULTATS :

Non seulement il participe au diagnostic positif de la CIV, mais il apporte parfois de fortes présomptions quant à la localisation du défaut septal.

Apport du phonocardiogramme endocavitaire au diagnostic positif :

- 33 fois il apporte une preuve supplémentaire au diagnostic déjà fait sur l'oxymétrie "nécessaire et suffisante". Ceci est particulièrement souhaitable en cas de petit shunt avec oxymétrie "limite" (8 cas).

- il diminue les diagnostics oxymétriques négatifs en guidant le prélèvement sanguin au maximum du souffle où seule est détectée la suroxygénation :

Observation Jey... particulièrement démonstrative : au cours de la première exploration, l'oxymétrie reste négative (pas de phonocardiogramme endocavitaire). Une deuxième exploration permet d'obtenir une oxymétrie positive (prélèvement fait au maximum du souffle). Par ailleurs le diagnostic est affirmé par la courbe de dilution de colorant et le test à l'oxyde nitreux.

- il facilite l'interprétation de l'oxymétrie :
ainsi :

. CIV "shuntant" uniquement dans l'artère pulmonaire (5 cas)

Cas de Pai... : on détecte une artérialisation de 0,87 vol. % au niveau de l'artère pulmonaire seulement et un souffle holo-systolique à la partie haute du ventricule droit.

. CIV associée à la persistance de canal artériel

Cas de Mon... (décrit plus haut).

(°) Diagnostics de CIV portés à tort (vérifiés anatomiquement) sur les données hémodynamiques et phonocardiogramme endocavitaire en particulier. Décrits mais non comptés dans nos 100 cas.

. CIV avec insuffisance aortique (2 cas)

- le micromanomètre ne détecte pas de souffle diastolique dans la voie pulmonaire et ventriculaire droite (où il peut parfois être très faible -Soulié (75)-).

- on écarte ainsi le diagnostic d'anévrysme de Valsalva ouvert dans le ventricule droit ou celui de persistance de canal artériel associé à la CIV. Il peut, tout aussi exceptionnellement, se poser le problème de l'insuffisance pulmonaire associée à une CIV "hypertensive" -Wolff (88)-.

- au maximum il supplée à la défaillance de l'oxymétrie (shunts dits "infra-oxymétriques" : 4 fois

Cas de Vac... : 2 cathétérismes ; le premier sans phonocardiogramme endocavitaire : le diagnostic est en suspens. Il est affirmé par la 2ème exploration : oxymétrie toujours négative mais PEC typique.

Cas de Kac... : l'oxymétrie est négative ; le PEC enregistre des souffles de faible intensité, type régurgitation, dans le VD, et de type éjection, dans l'AF. ; le shunt est enfin affirmé par la courbe de dilution de colorant.

Apport du phonocardiogramme endocavitaire au diagnostic de localisation du défaut septal : 13 fois.

Le siège du défaut est suspecté sur la détection du lieu de maximum du souffle, en corrélation avec les données oxymétriques : ainsi CIV "haute", sous tricuspидienne ; surtout, l'intérêt dans le diagnostic topographique est évident dans le cas de forme anatomique particulière permettant le "shuntage" dans l'oreillette droite (communication VG - OD ; CIV et anomalie tricuspидienne) : le phonocardiogramme endocavitaire permet l'enregistrement du souffle à la partie **basse** de l'oreillette droite, éliminant ainsi l'existence de communication interauriculaire associée à la CIV, diagnostic qui pourrait être porté sur la seule oxymétrie -Soulié (75)-.

LIMITES de la technique :

L'expérience progressive acquise dans l'utilisation de cette technique paraît permettre l'élimination des souffles d'allure dite "instrumentale".

4 fois on a enregistré un souffle auriculaire droit ou au passage de la tricuspide : l'étude de la courbe de pressions, le contrôle du cheminement scopique avec parfois la notion d'enroulement de la sonde au voisinage des valves les ont fait interpréter comme des insuffisances tricuspidiennes "instrumentales".

L'interprétation des souffles peut conduire à des diagnostics erronés : nous citons 2 cas (vérifiés par le chirurgien)

1) chez Bor..., est porté le diagnostic de communication VG - OD.

- . oxymétrie : shunt gauche droite à l'étage auriculaire ;
- . au PEC, le cathéter paraît se retirer directement du VG à l'OD où est enregistré un gros souffle systolique.
- . le chirurgien trouve un important ostium secundum ;

Décès post-opératoire : on trouve une petite anomalie mitrale associée.

2) dans le cas de Deg..., la CIV est affirmée sur

- . le souffle holosystolique à maximum télésystolique enregistré dans le ventricule droit (diagnostic oxymétrique négatif).

- . La vérification anatomique trouve un rétrécissement pulmonaire valvulaire serré.

D'après l'étude de certains de nos cas on a pu penser que cette technique était parfois insuffisante :

Les FAITS :

- 2 fois un souffle systolique bien typique et intense est enregistré de façon très localisée -sous tricuspide-, au cours d'une longue exploration endocavitaire ; ailleurs dans le VD il n'y avait pas de souffle appréciable. Dans 1 cas le shunt était moyen (1,5 à 2 vol. %) et petit dans l'autre cas (1 vol. %)

- 2 fois une exploration moins complète enregistre un souffle typique de façon fugace.

- 1 fois (cas Vac...), un très minime souffle systolique est enregistré dans le VD alors qu'à l'oxymétrie est mise en évidence une importante "veine de suroxygénation"

extrêmement localisée dans la région infundibulaire du ventricule droit.

On peut DEDUIRE de ces faits que la recherche du souffle dans la cavité ventriculaire droite doit être soigneuse et prolongée. Une telle pratique aurait sans doute permis l'enregistrement d'un phonocardiogramme endocavitaire typique dans 3 des observations précédentes ; ce que n'autorise pas toujours un examen déjà long ou mal supporté (salves extrasystoliques). On tend à interpréter ce fait par l'existence d'un "jet du shunt" où doit se placer la sonde pour détecter son et suroxygénation : ceci s'applique sans doute au cas des petites CIV ; mais la notion d'une oxymétrie nettement positive qui a fait prolonger l'exploration endocavitaire à la recherche du souffle permet de penser que ce n'est pas le domaine exclusif des très petits shunts.

TECHNIQUE ANNEXE DE LA PHONOCARDIOGRAPHIE ENDOCAVITAIRE

Schrire et coll. (72) ont préconisé l'utilisation de substances pharmacodynamiques : nitrite d'amyle et phényléphrine, capables de compléter les données de la technique phonocardiographique endocavitaire par leur action sélective sur les souffles intracardiaques. En effet le nitrite d'amyle intensifie le souffle d'éjection pulmonaire et diminue le souffle ventriculaire droit ; la phényléphrine a les effets inverses, ce qui a paru aux auteurs particulièrement intéressant dans le cas des petits shunts. Ils comparent ces données très précises et sélectives à l'enregistrement phonocardiographique externe, résultante des souffles intracardiaques (13-46-66).

Au terme de l'étude de l'apport de cette technique au diagnostic du shunt gauche droite des communications inter-ventriculaires, on ne peut que CONCLURE avec Soulié (75), que la phonocardiographie endocavitaire permet de :

"préciser et comprendre le mécanisme de production du souffle,

de préciser la localisation du défaut...,

d'affirmer l'existence de ce défaut

dans les formes atypiques et les formes associées où l'hémodynamique seule serait impuissante à l'assurer".

L'oxymétrie et la phonocardiographie endocavitaire apparaissent donc comme les deux techniques principales ,

pour affirmer l'existence du shunt gauche droite de la CIV,

chiffrer son importance,

et, dans une certaine mesure, localiser le défaut septal.

En effet, à toutes les deux, elles ont permis 99 fois le diagnostic ; une seule fois, diagnostic d'exception, le chirurgien a trouvé la lésion en cause. (cas de Zam...).

Dans la pratique actuelle du Laboratoire d'Hémodynamique, leur "couplage" semble l'idéal pour explorer les CIV à shunt gauche droite .

Nous décrivons, en conclusion de cette partie, un cas particulièrement démonstratif de la sûreté et de la précision conjuguée de ces deux techniques -en regard même de l'angiographie sélective gauche (par ponction ventriculaire gauche)- :

En effet, chez l'enfant Rig..., cette dernière est faite à titre de premier examen (1961) ; elle est négative, mais le cathétérisme droit (1963) affirme le shunt gauche droite à l'étage ventriculaire, sur la différence du contenu en oxygène entre ventricule droit et oreillette droite de 1 vol. % environ, différence siégeant dans le ventricule droit haut seulement ; elle est doublée d'une courbe de dilution de colorant et d'un phonocardiogramme endocavitaire perturbés dans le même sens : au terme de ces données, on admet formellement la CIV à petit shunt chiffré à 1 vol. %, de débit 0,8 l./minute.

Certes, la technique oxymétrique quasi instantanée paraît devoir se perfectionner encore par l'utilisation des "sondes oxymétriques enregistrant simultanément saturation oxygénée et pressions" -Cournand, cité par C. Agé (1)-.

Mais, dans l'optique actuelle du Laboratoire d'Hémodynamique, son association au phonocardiogramme endocavitaire, si elle est possible, représente l'assurance du diagnostic positif et de localisation des shunts gauche droite des communications interventriculaires : c'est la méthode de choix.

.../...

DEUXIEME PARTIE

Dans cette deuxième partie, nous étudierons l'apport de techniques annexes, utilisables au cours du cathétérisme cardiaque droit :

1) L'apport non négligeable des courbes de dilution de colorant dans 15 cas,

2) L'angiographie ou la ciné-angiographie sélective droite complète le tableau hémodynamique de 12 cas, surtout de communications interventriculaires compliquées ou associées à d'autres malformations.

.../...

LES METHODES DE DILUTION

"...Mise en évidence du circuit anormal parcouru par un témoin facilement repérable" -Dalloz et coll.(27)-,

Tel est le principe basal de la technique de dilution d'un indicateur coloré dans le circuit sanguin, avec enregistrement et étude de la courbe obtenue.

Nous rappelons que si les colorants sont le matériau le plus employé -Broadbent(21), Fox et coll.(34-91), Resnekov (67)-, au même titre on use d'indicateurs gazeux -Wood et coll.(89)-, de radio-isotopes, etc... Citons l'hydrogène que détecte une électrode de platine suivant la méthode préconisée par Clarke. Cette électrode peut repérer d'autres substances telles que l'ascorbate de sodium -Frommer et coll.(38)-. Le krypton 85, gaz radioactif -Braunwald et coll.(20), Long et coll.(58)-, répond aussi aux exigences de ce type de technique ; Folse (33), lui, a utilisé la détection précordiale externe de Krypton 85 dans des indications très particulières (exploration à titre post-opératoire).

Les auteurs qui utilisent couramment ces méthodes leur reconnaissent finesse et fidélité dans le diagnostic des shunts gauche droite à l'étage ventriculaire. Ils en indiquent aussi les limites, inhérentes à toute technique spéciale.

COURBES DE DILUTION DES COLORANTS

I - GENERALITES

HISTORIQUE ET DEFINITION :

Cette méthode se définit comme "la mise en évidence et l'enregistrement graphique en fonction du temps des variations de la concentration du colorant, injecté dans le courant circulatoire"-Dallos et coll.(27)-.

Dès 1937, des physiologistes (Gregersen, cité par Fox(34)) étudient les spectres d'absorption des colorants vitaux, base de la réalisation technique de la méthode -mais c'est surtout Stewart et Hamilton qui lui attachent leur nom-, et les travaux récents de Swann et Wood à la Mayo Clinic, - qui en développent les nombreuses possibilités au cours du cathétérisme cardiaque droit.

TECHNIQUE :

Nous ne décrirons que très succinctement la technique proprement dite :

Elle exige l'utilisation d'indicateurs colorés aux caractéristiques bien définies (inocuité, identifiables, miscibles avec le sang, etc...).

Les principaux colorants sont : le bleu Evans (T 1824)
le bleu de méthylène à 1 %
le bleu de Coomassie à 2 %
le cardiogreen ou Foxgreen
(indocyanine green).

Injectés dans le courant sanguin, ils sont détectés par des appareillages divers, soit à la périphérie,
soit par le système dit "de détection centrale" qui demande l'introduction d'une deuxième sonde.

Il en résulte chez le sujet NORMAL LA COURBE DE DILUTION

dont nous nous bornons à signaler les divers accidents morphologiques : les "temps de circulation" -Broadbent, Wood (21)-, qui objectivent les variations de la concentration du colorant :

Temps d'apparition,
Temps de concentration,
Temps de disparition,
Temps de recirculation,

Auxquels on ajoute la notion d'angle de disparition -Daloz et coll.(27)--, normalement entre 30 et 40° (différent selon les techniques et appareils utilisés).

En cas de SHUNT GAUCHE DROITE,

elle donne "l'image de shunt gauche droite de Nicholson"(21), même image "générale" "d'effet shunt" pour les étages auriculaire, ventriculaire, vasculaire,

avec deux anomalies principales :

- un aplatissement de la concentration maximale,
- un allongement du temps de disparition,
- avec de plus un angle de disparition supérieur à 40°

Chacune de ces modifications permet, de plus, un "diagnostic quantitatif" : elle est proportionnelle à l'importance du shunt.

VALEUR ET LIMITES :

Elle prend la valeur de preuve formelle si l'injection du colorant peut être pratiquée dans une cavité gauche quand la sonde passe du VD au VG, au cours du cathétérisme droit. Mais nous avons vu que ce passage est rarement obtenu (nous n'en avons que 3 cas). En cas de dilution à partir du VG on obtient les modifications gauches de la courbe.

Cette technique a encore une grande valeur aussi bien pour le diagnostic positif que le diagnostic de localisation du shunt, si l'injection de colorant est faite dans les cavités droites (avec détection périphérique) : mais alors ce double aspect diagnostique exige la multiplication des courbes (au niveau de chaque cavité droite)

Enfin, dans l'impossibilité parfois de pratiquer plusieurs injections de colorants et plusieurs courbes, les données d'une seule courbe doivent être interprétées dans le cadre d'autres résultats et dans le contexte clinique : car nous rappelons que, dans le cas de shunt gauche droite, avec injection dans une cavité droite et détection périphérique, nous n'obtenons que le diagnostic d'"effet shunt", sans aspect spécifique du siège anatomique ou de la cavité où se fait le shunt.

En somme, on reconnaît -Dalloz et coll.(27)- une bonne sensibilité à cette technique et de nombreuses possibilités ; celles-ci demandent cependant des conditions hémodynamiques (passage à gauche, multiplication des courbes si on veut un diagnostic complet), et une expérience certaine pour être bien exploitées.

Enfin, on remarque que la fidélité de la méthode peut varier en fonction du matériel lui-même, en l'occurrence les valeurs respectives comparées des colorants introduits : bleu Evans, bleu de méthylène auxquels on a préféré actuellement l'indocyanine green (ou cardio-green introduit par Fox (34-91), lui-même non exempt d'inconvénients -Resnekov(67)- ; les auteurs ont dû, pour chaque sorte de colorant, "stéréotyper" une courbe de dilution normale à partir de laquelle sont interprétables les modifications pathologiques (tant quantitatives que qualitatives). Ce point reste cependant secondaire dans la discussion de la valeur de la méthode, car il est rapidement reconnu par le personnel expérimenté qu'exige cette technique spéciale.

II - ETUDE DE NOS CAS

Dans la pratique du laboratoire d'Hémodynamique, 15 de nos 100 cas ont bénéficié de cette méthode, car, en effet, toutes les fois elle a apporté une preuve supplémentaire.

La TECHNIQUE habituelle employée a été celle d'injection centrale du colorant, détecté à la périphérie : par ponction artérielle au trocard de Cournaud branché sur un oxymètre à cuvette (°) ; la cellule photoélectrique intercalée sur le circuit est impressionnée par les variations de la concentration du colorant qu'enregistre le suiveur de spot (°°) ou le micrographe (°).

Le colorant a été : 1 fois le bleu Evans,
5 fois le bleu de méthylène,
9 fois le cardiogreen.

REPARTITION "ANATOMIQUE" des 15 cas :

12 cas de CIV isolée,
3 cas de CIV associée à une autre malformation :
2 CIV avec communication interauriculaire,
1 CIV avec rétrécissement pulmonaire valvulaire.

REPARTITION DES RESULTATS :

Ils sont formellement positifs dans les trois cas de dilution à partir du ventricule gauche.

Dans les autres cas on a fait une ou plusieurs courbes de dilution à partir des cavités droites - le plus souvent artère pulmonaire et ventricule droit -. Ils ont confirmé dans 13 cas une oxymétrie positive, dans 2 cas suppléé à une oxymétrie négative (avec l'aide du phonocardiogramme endocavitaire).

4 fois associée à l'oxymétrie et au phonocardiogramme endocavitaire conjugués au cours du même cathétérisme droit ou

(°) Kipp, Neederland.

(°°) S. A. F. A. S., Monaco.

d'une deuxième exploration.

Au minimum 2 preuves du diagnostic dans 6 cas : courbe de dilution et autre preuve.

Parfois 3 ou 4 preuves : 9 cas.

3 cas ont été vérifiés par la chirurgie parmi ces 15 malades qui ont eu des courbes de dilution (30 cas opérés sur 100 CIV).

LE DECOMBREMENT DE CES RESULTATS montre :

Qu'elle a doublé le diagnostic oxymétrique affirmant un shunt gauche droite à l'étage ventriculaire : 12 cas (Tableau II).

L'oxymétrie "négative" dans 2 cas, (cas de Jey... et Kac...) elle double le diagnostic du phonocardiogramme endocavitaire une fois ; le 2ème cas est intéressant à considérer :

Chez ce malade (cas de Jey...), le diagnostic oxymétrique est négatif au cours de ce premier cathétérisme, mais la courbe de dilution qui est en faveur d'un shunt gauche droite léger ORIENTE vers une deuxième exploration ; celle-ci apporte 3 données positives en faveur de la CIV : PEC typique qui guide le diagnostic oxymétrique et permet cette fois de mettre en évidence une différence de contenu en oxygène de 0,84 vol. % (VD - OD), enfin un test à l'oxyde nitreux positif.

Dans 1 cas (cas de Bab...), la technique des dilutions affirme l'absence de shunt gauche droite, et au contraire l'existence de shunt droite gauche, également affirmé par l'oxymétrie, situant ce malade dans les limites du complexe d'Eisenmenger.

Dans 2 cas la courbe de dilution, en corrélation avec l'oxymétrie, affirme un shunt bidirectionnel, le shunt gauche droite prédominant largement.

CONCLUSIONS :

Cette technique s'est révélée sûre, puisqu'elle a été dans tous nos cas (15) où elle a été pratiquée une preuve supplémentaire du diagnostic.

Mais nous remarquons que son emploi a été restreint : 15 fois seulement dans 100 CIV explorées ; la raison de ce fait paraît résider dans ses limites (méthode difficile par ses impératifs techniques, intérêt surtout de plusieurs courbes à partir des différentes cavités droites, rareté du passage à gauche et donc de la possibilité de preuve formelle de l'étage en une seule fois, etc...), mais essentiellement son utilisation restreinte résulte de l'utilisation beaucoup plus simple et devenue quasi systématique de la sonde d'Allard - Laurens, permettant simultanément la phonocardiographie endocavitaire et l'oxymétrie. Lorsque la sonde n°8 à double canal ne peut être introduite, on peut utiliser successivement une sonde de Courmand pour l'oxymétrie puis la sonde micromanométrique d'Allard-Laurens n°7 sans lumière interne.

Elle nous paraît donc une excellente technique d'appoint non pas tellement dans le diagnostic de shunt important avec une oxymétrie sans problème, mais surtout dans le diagnostic du petit shunt : là une double preuve est presque indispensable.

En somme son apport est de valeur, surtout intégré dans son contexte hémodynamique, mais il faut souligner une fois de plus la nécessité d'une expérience certaine et prolongée pour l'exploitation de toutes ces possibilités, ce qui demande matériel, temps, et entraînement de l'équipe.

RESULTATS DES COURBES DE DILUTION DES COLORANTS

ms	DILUTIONS			OXYMETRIE	AUTRES EXAMENS	VERIFICATION
	COLORANT	LIEU D'INJECTION	RESULTAT	(VD-CD volume %)		
...	bleu Evans	VD	shunt G-D	1,84	Bref passage à gauche (pression)	C.E.C. = C.I.V.
...	Bleu de méthylène	AP droite	shunt G-D	1,76		
...	Bleu de méthylène	VD	shunt G-D	1,77		
... ch n°	cardio- green	AP VD	shunt G-D	négative	cath. n°2 oxymétrie 0,84 vol % guidée par PEC + test oxyde nitreux +	
...	cardio- green	AP	shunt G-D	0,89		
... ch.	cardio- green	VD haut	shunt G-D	1	PEC + cath en 1957 oxymétrie négative	angiographie (PVG) antérieur au cath. négative. C.E.C. = C.I.V.
...	cardio- green	VD	shunt G-D	" négative"	PEC +	
...	Bleu de méthylène	VG	shunt G-D ventriculaire	1	Passage à gauche (pres- sions + pré- lèvement sanguin	C.E.C. = C.I.V
...	Cardio- green	AP droite VD - OD	shunt G-D	1,40		
... ch	cardio- green	AP	shunt G-D shunt D-G léger	4	cath N°1 oxymétrie = 3,58 vol. PEC +	

...	bleu de méthylène	AP droite VD	shunt G-D			
...	cardio-green	OD	shunt G-D	2	angio droite: (VD) = CIV haute sans RP important:	
...	bleu de méthylène	VG	shunt G-D	3 AH = 82 % D - G	PEC = souf- fle systoli- que VD IP ?	
...	cardio-green	VG	shunt G-D	1,42	Passage dans: VG à partir de CIA asso- ciée (pressions et prélèvements sanguins	
...	cardio-green	AP droite AP tronc	shunt G-D étage auriculai- re	OD - VC = 2,07 AP - OD = 2	angio gauche communication VG - OD CEC = CIV et ano- malie tricuspide- ne	

ANGIOGRAPHIE ET CINE-ANGIOGRAPHIE SELECTIVE DROITE

I - GENERALITES

Il est rarement besoin de faire appel à l'opacification sélective droite dans le diagnostic des CIV : il s'agit le plus souvent d'une CIV compliquée ou de CIV associée à une autre malformation cardiaque.

Connue dès 1938 (Castellanos, cité par Cahen (23)), elle a été préconisée par les auteurs (78-5), dans la CIV qui se complique d'hypertension pulmonaire, et, cas particuliers de cette technique, -Wolff et coll. en 1964 (78), Ferrané et coll. (31) - donnent leur expérience toute jeune encore de l'artériographie pulmonaire bloquée, reprenant l'ancienne technique de Loomis Bell (1959). Ils cherchent à mettre en évidence l'état anatomique exact du lit pulmonaire. Ils ne peuvent encore faire le point sur cette technique.

Quant à la méthode couramment employée, elle est la suivante: le produit de contraste est injecté au cours du cathétérisme droit dans une des cavités droites (le ventricule droit) et on suit son cheminement à l'aide de clichés très rapprochés, ou par la radio-cinématographie qui reste l'idéal.

II - ETUDE DE NOS CAS

Elle a été pratiquée 12 fois et chaque fois elle a apporté au moins un élément positif au diagnostic qui lui était demandé.

REPARTITION ANATOMIQUE des 12 cas

- 5 CIV isolées (dont 4 "hypertensives")
- 7 CIV associées à une autre malformation cardiaque,
 - dont 6 sténoses pulmonaires,
 - 1 cas complexe (°)

(°) Persistance de canal artériel avec CIV (et avec coarctation opérée antérieurement). Suspicion de rétrécissement pulmonaire devant un gradient de pression artère pulmonaire - ventricule droit notable.

REPARTITION DES RESULTATS HEMODYNAMIQUES : (Tableau III)

Le diagnostic de CIV était établi dans tous les cas par une ou plusieurs techniques :

Toutes les fois au moins par l'oxymétrie,
4 fois par un phonocardiogramme endocavitaire en plus,
1 fois par une courbe de dilution en plus.

6 cas opérés ayant eu une angiographie sélective droite ont permis la vérification des données (sur 30 cas opérés au total parmi nos 100 CIV).

COMMENTAIRES :

A la seule vue de la répartition anatomique comme "hémodynamique" de nos résultats (résumés dans le tableau III), on constate une OPTIQUE différente de cette méthode par rapport à celles précédemment étudiées.

Le diagnostic de CIV était établi dans tous les cas essentiellement par l'oxymétrie, parfois adjointe au phonocardiogramme endocavitaire (4 fois), à une courbe de dilution des colorants (1 fois).

Elle a toutes les fois été demandée sur des indications très précises :

. 8 fois lorsque se pose le problème d'une sténose pulmonaire associée, valvulaire, infundibulaire ou mixte.

. 4 fois lorsque la CIV apparaît compliquée d'une hypertension pulmonaire importante, avec un certain degré de désaturation artérielle périphérique. Il s'agit de mettre en évidence un shunt droite gauche associé au shunt gauche droite, avec, à la limite, "passage" des malades dans le cadre du complexe d'Eisenmenger, où le shunt est devenu à prédominance droite gauche nette. Ces groupes (hypertension pulmonaire stade III, et Eisenmenger) sont d'indication chirurgicale à l'extrême limite et même contre-indiquée dans l'Eisenmenger.

A - Le problème de la sténose pulmonaire associée à la CIV
domine très largement l'indication d'angiographie ou ciné-angiographie sélective droite

1) On peut suspecter l'existence d'une sténose pulmonaire associée à la CIV sur les données du cathétérisme droit : la mesure des pressions artérielles pulmonaires et ventriculaires droites met en évidence un gradient de pression (valvulaire ou infundibulaire) lors du retrait de la sonde de l'artère pulmonaire au ventricule droit. Il faut remarquer ici que souvent dans les CIV on note un gradient de pression dit "fonctionnel" variable d'hyperdébit. Cependant la limite entre gradient fonctionnel important et sténose très modérée peut être diversement appréciée suivant les auteurs -Corone et coll.(24), Vernant et coll.(84), Soulié et coll.(76-77), Zimmermann et coll.(91) Kjellberg et coll.(52)-. Elle est généralement admise à 30 mm de mercure au maximum de gradient "fonctionnel" artère pulmonaire - ventricule droit.(°)

D'autre part on peut également suspecter une sténose sur l'aspect des souffles enregistrés dans l'artère au cours du phonocardiogramme endocavitaire.

C'est le cas de Lap..., 25 ans, chez qui le shunt gauche droite important (3 vol. %) à l'étage ventriculaire est prouvé par l'oxymétrie et le PEC. Le PEC enregistre non seulement un souffle typique de régurgitation ventriculaire droit, mais aussi un souffle d'éjection précoce dans l'artère pulmonaire, qui évoquait le rétrécissement pulmonaire infundibulaire - infirmé formellement par l'angiographie sélective droite (le gradient de pression AP - VD est de type fonctionnel). Le chirurgien vérifie l'existence d'une CIV isolée.

2) Dans 3 de nos cas avec gradient de pression AP - VD ou VD infundibulaire - VD, l'angiographie sélective droite confirme l'"organicité" de la lésion suspectée :

Cas de Cla..., rétrécissement pulmonaire infundibulaire,

Cas de Mol..., AP - VD = 36 mm de mercure, rétrécissement pulmonaire valvulaire,

Cas de Feu..., rétrécissement pulmonaire infundibulaire.

(°) L'association au rétrécissement pulmonaire pose un problème nosologique discuté : au maximum cette association marque les limites avec la tétrade -Vernant et coll.(84)-. Les auteurs se posent également la question de l'évolution de CIV avec rétrécissement pulmonaire vers la tétrade : anatomiquement du moins il existe le substratum constitué par l'éperon de Wolff ou crista terminalis qui pourrait s'hypertrophier et évoluer vers la CIV avec rétrécissement pulmonaire infundibulaire (84).

2 autres cas confirmés non seulement par l'angiographie sélective droite sont vérifiés par la chirurgie. Ils constituent en vérité 2 cas "limites", type "tétrade acyanotique".

1 cas particulier où le rétrécissement pulmonaire infundibulaire prédomine (sur la CIV qui n'est pas de type Fallot), est également confirmé par le chirurgien.

(cas particulier où le problème essentiel est représenté chez Mon..., par la confirmation de CIV et canal artériel associé que vérifie le chirurgien. Dans ce cas, d'ailleurs, un gradient de 30 mm de mercure (AP - VD) avait été confirmé par l'angiographie sélective droite mais infirmé par le chirurgien.)

B - Le problème de la CIV compliquée d'hypertension pulmonaire s'est posé 4 fois (Tableau III). Il s'agit d'éliminer un shunt droite gauche associé au shunt gauche droite.

2 fois l'angiographie sélective droite confirme que le malade est entré dans le cadre du complexe d'Eisenmenger. Le shunt droite gauche est largement prédominant. Un cas sur les deux (cas de Leb...) est confié au chirurgien pour cerclage de l'artère pulmonaire. Ce malade décède après l'intervention.

2 fois l'angiographie sélective droite confirme la CIV avec hypertension pulmonaire stade III, mais où le shunt gauche droite reste largement prédominant.

La chirurgie est contre-indiquée dans ces cas :

- . formellement en cas d'Eisenmenger,
- . relativement dans les CIV "hypertensives" à shunt gauche droite : l'aspect du lit pulmonaire à l'angiographie sélective droite, la réaction aux épreuves pharmacodynamiques, d'effort, le risque opératoire vont limiter le plus souvent les indications de la chirurgie.

En conclusion, le diagnostic de CIV trouve dans l'angiographie sélective droite un "outil" intéressant mais d'indications très particulières :

- . celui de diagnostic des sténoses pulmonaires associées,
- . celui de diagnostic de shunt droite gauche associé au shunt gauche droite (qui se pose dans les CIV "hypertensives").

15 courbes de dilution de colorant nous ont paru, finalement, une technique précise et sûre, mais d'un emploi moins facile que celle de la sonde d'Allard-Laurens, permettant oxymétrie et phonocardiogramme endocavitaire.

12 fois, l'angiographie ou ciné-angiographie sélective droite est venue préciser :

- . l'existence ou non de sténose pulmonaire, valvulaire infundibulaire ou mixte, associée au shunt gauche droite de la communication interventriculaire.

- . L'existence ou non de shunt bidirectionnel ou inversé.

Nous avons jugé de la validité de ces techniques annexes dans leurs indications particulières. Ces indications étant plus restreintes et précises pour l'angiographie sélective droite, les courbes de dilution de colorant étant - comme l'oxymétrie et la phonocardiographie endocavitaire - d'utilisation beaucoup plus générale.

DONNEES DE L'ANGIOGRAPHIE DROITE

INDICATIONS	LIEU	RESULTATS	AUTRES EXAMENS	VERIFICATION
P... : Gradient AP-VD fonctionnel PEC : souffle d'éjection AP évo- quant le RP ?	VD	Pas de R.P.	oxymétrie = VD - OD = 3,01 vol % PEC = +	CEC (Pr. MICHAUD) CIV
V... : HTP = (AP = 130 mm Hg). AF = 83 %	VD	pas d'injection aortique	oxymétrie = VD - OD = 4,27 vol %	
N... : HTP stade III AF = 91 %	VD	CIV haute (avec shunt D-G <u>occasion</u> <u>nel</u> au cours de l'angio) HTP avec remaniement circu latoire pulmonaire	oxymétrie = AP - OD = 1,5 vol % VD (face CIV) - OD = 4,38 vol %	contre-indication opératoire
B... : HTP (AP = 60 mmHg)	AP	réimprégnation de l'infundibulum et AP à partir du VG	oxymétrie = shunt D - G	Cerclage AP (Pr. MICHAUD 1959) Décès post-opéra toire = CIV type Eisenmenger
N... : HTP (AP = 80 mmHg)	VD	shunt D-G = vaste CIV (+ shunt G-D minime)	oxymétrie : shunt D-G	contre-indication opératoire
A... : AP = 16 mm Hg Inf. = 17 mmHg VD = 40 mmHg RP infundibulaire ?	VD	RP infundibulaire	oxymétrie VD-OD = 1 vol % PEC +	
DL... : gradient AP.VD = 36 mmHg EP ?	VD	CIV haute. Léger épaississement des valves pulmonaires sans RP important	oxymétrie = VD - OD = 2 vol %. Dilu- tion des colorants +	
EU... : VD = 128 mmHg (AP non cathétérisé)	VD	RP infundibulaire et injection immé- diante de l'aorte	oxymétrie = VD-OD = 3 vol %	
ON... : RP valvulaire apériphérique = 87%	VD	RP "double" dextro position aortique modéré	oxymétrie VD-OD = 0,83 vol % AP-OD = 1,02 PEC +	CEC (Pr MICHAUD) RP infundibulaire RP valvulaire CIV type "Fallot" Aorte peu dextro- posée

. : RP valvulaire	: VD	: RP "double"	: oxymétrie = D-G	: CEC (Pr. VICHAUD)
: :	: :	: :	: G-D	: RP infundibulaire
: :	: :	: :	: :	: prédominant.
: :	: :	: :	: :	: RP valvulaire
: :	: :	: :	: :	: petite CIV
.. : RP infundibulaire	: VD	: CIV haute et RP	: oxymétrie = VD-OD	: Angiographie G
: :	: :	: infundibulaire	: = 2,85 vol %	: (PVG) shunt G-D
: :	: :	: :	: :	: entre VG et infun
: :	: :	: :	: :	: dibulum
: :	: :	: :	: :	: CEC = CIV
: :	: :	: :	: :	: RP infundibulaire
: :	: :	: :	: :	: (insuffisance aor
: :	: :	: :	: :	: tique. Décès post
: :	: :	: :	: :	: opératoire
.. : gradient AP- VD =	: VD	: canal artériel	: oxymétrie = VD-OD	: angio G (PVG)
: 30 mm Hg	: :	: RP peu serré	: 1 vol.	: RP "fonctionnel"
: :	: :	: :	: AP (bifurcation)-	: CEC : CIV
: :	: :	: :	: OD = 2,50 vol %	: persistance canal
: :	: :	: :	: :	: artériel. Insuf-
: :	: :	: :	: :	: fisance aortique
: :	: :	: :	: :	: :

TROISIEME PARTIE

Outre le diagnostic précis de shunt gauche droite à l'étage ventriculaire, le cathétérisme cardiaque droit renseigne sur les caractères physiopathologiques des troubles provoqués par la communication interventriculaire : il les "chiffre" dans la formule :

$$\text{Pression} = \text{Débit} \times \text{Résistances.}$$

L'ensemble des données ainsi fournies brosse le tableau hémodynamique indispensable à l'orientation thérapeutique.

Le chirurgien contrôle directement les résultats obtenus par l'hémodynamique : c'est ce que nous aurons en vue dans notre troisième partie ; elle marque la valeur finale de la technique d'exploration endocavitaire droite (d'après nos 30 cas opérés).

LE DIAGNOSTIC A ETE ETABLI :

Nous avons vu la contribution des diverses techniques utilisées au cours du cathétérisme droit, à ce diagnostic.

LES CONSEQUENCES PHYSIOPATHOLOGIQUES de la lésion sont AUSSI

"chiffrées" par l'hémodynamique au cours du cathétérisme droit ; elles sont la base de la sélection chirurgicale. Elles trouvent leur expression dans la classification dite "physiopathologique" étayée par Fyler et Nadas (1958)(38) et reprise dans la thèse de Baledent (10) par Corone et Vernant (1962) :

- . elle s'appuie sur le calcul des débits
la mesure des pressions
le chiffrage des résistances artériolaires pulmonaires.

. la formule $\frac{\text{Pression} = \text{débit} \times \text{Résistances}}{3 \text{ éléments :}}$ réunit ces

1) les débits sont calculés suivant le principe de Fick.

2) on obtient les pressions directement au cours du cathétérisme droit ;

- . elles peuvent être normales (pression systolique ventriculaire droite à environ 25 mm de mercure)
- . elles peuvent être augmentées à divers degrés (stades I, II, III) au niveau du ventricule droit et de l'artère pulmonaire.
- . l'hypertension artérielle pulmonaire peut être ou non réversible suivant la participation plus ou moins importante du débit ventriculaire droit à sa production, ou l'existence d'une augmentation des

3) résistances pulmonaires

- . calculées suivant la formule :

$$\frac{\text{Pression moyenne AP}}{\text{Débit cc/seconde}} = 1332 = R \text{ dynes sec.cm}^{-5}$$

- . normalement au dessous de 300 dynes sec.cm⁻⁵
modérément augmentées : 301 à 500 dynes
marquées : supérieures à 501 (d'après Garcia)

- . les rapportant à la surface corporelle, Blount et Woodwork (15) les expriment en Unités.
- . les causes des modifications des résistances pulmonaires sont discutées :
 - Damman (28), Edwards (15) ont étudié particulièrement les remaniements du lit vasculaire pulmonaire et l'évolution de ce substratum anatomique des résistances pulmonaires.
 - Scebat, Bouchard (78-18) décrivent la part des facteurs fonctionnel et organique dans les variations des résistances.
- . mais l'importance primordiale de leur labilité possible (facteur constrictif, entre autres, prédominant sur les lésions anatomiques constituées du lit vasculaire pulmonaire) a fait établir des épreuves pharmacodynamiques
 - épreuve à l'oxygène (Edwards, Marshall cités par Scebat (78))
 - épreuve à la priscoline : Blount et Woodwork (15)
 - épreuve à l'aminophylline : Nogueira, Zimmermann et Kay (78)
- . en fonction de leur importance et de leur réversibilité, Blount et Woodwork, (15), Scebat (78), Nadas et Dushane (30) ont établi des critères d'"opérabilité". Blount et Woodwork (15) dans leur diagramme admettent :
 - une zone de résistances supérieure à 15 unités : défavorable à la chirurgie
 - résistances inférieures à 8 unités : favorable à la chirurgie
 - entre ces deux valeurs, la prédominance de la réversibilité (testée par les épreuves pharmacodynamiques) sur les lésions organiques graves des vaisseaux pulmonaires amènera le malade au chirurgien.

. les prévisions thérapeutiques et pronostiques basées sur ces éléments sont indiquées par chacun des groupes de la classification physiopathologique (85)

I petite CIV - petit shunt - : c'est la "maladie de Roger" dans le sens terminologique restrictif proposé par Wood (36) et synonyme de "formes bénignes". Surveillance simple : 44 cas .

II large CIV - gros shunt gauche droite - : les pressions ventriculaires droites et artérielles pulmonaires sont augmentées de façon plus ou moins importante. Les résistances pulmonaires restent modérément élevées . C'est le groupe chirurgical par excellence : 22 cas .

III CIV importantes

Pressions systémiques et pulmonaires proches diminuant le shunt et pouvant conduire à son renversement.
Elévation des résistances artérielles pulmonaires.
On est à la limite où le malade entre dans le syndrome d'Eisenmenger : une certaine réversibilité des résistances objectivée par les épreuves pharmacodynamiques peut conduire quelques malades à la chirurgie, avec risque majoré.

IV CIV associée à une sténose pulmonaire infundibulaire ou vasculaire (CIV à "poumons protégés").
Discussions particulières à chaque cas.

Comparaison des données physiopathologiques et de la chirurgie

	Nombre de cas -100 étudiés-	Nombre de cas opérés
GROUPE I	44	12 : pas d'hypertension pulmonaire
GROUPE II	22	13 : 6 HTP I (R basses) 7 HTP II (R basses ou réversibles)
GROUPE III	14	
	5 Eisenmenger	1 : cerclage de l'AP (1959)
GROUPE IV	13	3
On ajoute GROUPE CIV avec IA	2	1

. Nous voyons que cette compréhension physiopathologique des troubles, qui synthétise toutes les données, est la base pratique d'une sélection chirurgicale judicieuse : c'est l'exigence stricte de notre "ère physio-chirurgicale"-Pr Froment (37).

Si ces données physiopathologiques commandent de près la sélection chirurgicale, nous devons rappeler le grand intérêt des DONNEES DE L'ELECTROCARDIOGRAMME :

Ainsi - les gros shunts avec résistances pulmonaires normales ou peu augmentées conservent un tracé de surcharge diastolique ventriculaire gauche, selon la définition donnée par Cabrera (92).

- Les CIV avec hypertension pulmonaire et forte augmentation des résistances pulmonaires perdent cet aspect électrocardiographique au profit d'une image d'hypertrophie ventriculaire droite systolique pure ou prédominante.

Ces corrélations entre les données hémodynamiques et l'électrocardiographie ont été étudiées dès 1955 par Marsico, à la recherche de critères complémentaires pour l'indication chirurgicale. Nous ne ferons qu'évoquer ici quelques opinions exprimées par Dack (25), Toscano-Barboza et Dushane (80), Baledent (10) qui tous s'accordent à reconnaître des critères précis dans la présence d'

- hypertrophie ventriculaire gauche (HVG) en cas de shunt gauche droite large à débit important, avec tout particulièrement la surcharge diastolique ventriculaire gauche correspondant à un shunt gauche droite très important. La régression de cette surcharge diastolique ventriculaire gauche signifiant une diminution du shunt avec augmentation des pressions pulmonaires -Kay, cité par Baledent-.

- hypertrophie ventriculaire droite liée à l'hypertension pulmonaire ;

Toscano-Barboza, sur 60 cas de CIV (Mayo Clinic), remarque en particulier l'augmentation des résistances pulmonaires correspondant à une surcharge systolique droite.

VALEUR DES RESULTATS HEMODYNAMIQUES CONTROLES dans nos 30 cas opérés :

Répartition anatomique des cas opérés : objective les conditions anatomiques de cette chirurgie :

CIV isolées.....	20
" avec VCS gauche.....	4
" avec rétrécissement pulmonaire...	3
" avec insuffisance aortique "autonome":	1 (°)
" avec insuffisance aortique.....	1
" avec canal artériel.....	1 (coarctation opérée antérieurement)

Répartition "hémodynamique" : objective les conditions hémodynamiques offertes à la chirurgie :

Parmi nos 30 opérés : -29 diagnostics oxymétriques
-confirmés 14 fois par le PEC
- " 3 fois par les courbes de dilution des colorants
-dans 6 cas de CIV compliquée ou associée à une autre malformation on a pratiqué une angiographie sélective droite.

Vérification du diagnostic par :

- 1) angiographie sélective gauche (ponction ventriculaire gauche ou Seldinger)
Chez nos 30 opérés, 13 fois pratiquée
2 fois ne fait pas le diagnostic
- 2) intervention : 29 fois sur 30
- 3) anatomie : 2 décès sur 30

(°) CIV "basse", avec malformation aortique, mais non "entité" CIV avec insuffisance aortique décrite ci-dessus.

COMMENTAIRES ET CONCLUSION :

29 cas ont été diagnostiqués sur 30 cas opérés ; 1 cas opéré avec un faux diagnostic : anévrysme de Valsalva rompu dans les cavités droites ; il s'agissait d'un cas exceptionnel de CIV avec insuffisance aortique (cas de Zam...)

La confrontation des tableaux de répartition :

- affirme une fois de plus la primauté du diagnostic oxymétrique, à un moindre degré, le phonocardiogramme endocavitaire ou les dilutions.

- les malformations associées ou CIV compliquées ont bénéficié de l'apport de l'angiographie sélective droite.

- L'angiographie sélective gauche (ponction ventriculaire gauche ou Seldinger) faite 13 fois :

 - 5 fois : CIV isolée

 - 6 fois : CIV associée à une autre malformation

- elle a vérifié 11 fois le diagnostic :

 - 1 fois (CIV avec insuffisance aortique), elle ne l'a pas fait,

 - 1 fois (CIV isolée à petit shunt), elle a été négative.

En somme, la vérification chirurgicale corrobore la valeur des données obtenues par le cathétérisme droit dans le shunt gauche droite des communications interventriculaires. Et ainsi l'exploration droite s'affirme comme un examen pré-opératoire d'une indispensable valeur à une sélection rigoureuse et "chiffrée" des malades à opérer.

En définitive, on doit reconnaître la fidélité des données hémodynamiques pour étayer les indications chirurgicales. Leur corrélation paraît excellente (1 seul cas exceptionnel a été un diagnostic d'intervention). Cependant il nous faut remarquer que cette étude reste statistiquement insatisfaisante : 30 cas opérés sur 100 cas étudiés.

CONCLUSIONS GENERALES ET RESUME

Notre étude a porté sur 100 communications interventriculaires
71 isolées,
29 associées à une autre malformation cardiaque.

L'exploration de ces 100 communications interventriculaires par cathétérisme cardiaque droit nous a montré que le diagnostic précis du shunt gauche droite des communications interventriculaires :

- est très largement dominé par l'apport de l'ETUDE OXY-METRIQUE :

- 94 fois elle prouve l'existence du shunt,
 - . ce qui a été facile la plupart du temps,
 - . peu de cas se sont avérés difficiles à interpréter,
 - . rare a été sa déficience.

elle a aussi permis une mesure de l'importance du shunt et parfois une suspicion du siège du défaut septal.

- a grandement bénéficié de l'association de la PHONOCARDIOGRAPHIE ENDOCAVITAIRE,

s'ajoutant à la preuve oxymétrique,

guidant sa recherche -l'intérêt en est tout particulier dans les shunts minimes où elle diminue le nombre des oxymétries dites "négatives"-,

enfin, la suppléant.

Cas particulier : son apport au diagnostic de communication interventriculaire avec une malformation cardiaque associée.

elle adjoint des arguments solides au diagnostic de localisation du défaut septal.

Nous avons étudié également certaines de ses limites.

- Nous avons vu dans l'ETUDE DES COURBES DE DILUTION DE COLORANTS une technique annexe fine et sûre, sans doute d'utilisation moins facile que les précédentes, mais dont il convient de ne pas négliger l'intérêt certain.

- L'ANGIOGRAPHIE et la CINE-~~ANGIOGRAPHIE~~ SELECTIVE DROITE ont trouvé leurs indications précises dans le diagnostic des sténoses pulmonaires associées et dans le diagnostic de shunt droite gauche associé au shunt gauche droite.

- la CORRECTION CHIRURGICALE -dans 30 cas opérés-, a permis de contrôler ces données dans leur ensemble en indiquant le crédit qu'il faut accorder à ces techniques.

Chaque chapitre a été illustré de la description d'exemples qui nous ont paru démonstratifs.

Les principales données de chaque technique employée ont été résumées en tableaux succincts.

R E S U M E

Le but de ce travail a été l'étude des diverses techniques employées au cours du cathétérisme cardiaque droit pour le diagnostic du shunt gauche droite de 100 communications interventriculaires :

Dans 71 cas le défaut septal était la seule malformation ;

Dans 29 cas il était associé à d'autres anomalies cardiaques.

On a pu constater que dans la grande majorité des cas, l'étude oxymétrique a été la technique de base du diagnostic. Sa conjonction avec la phonocardiographie endocavitaire reste la technique de choix.

L'utilisation de la courbe de dilution des colorants est intéressante mais moins facile.

L'angiographie et la ciné-angiographie sélective droite sont d'indications particulières.

Dans 30 cas opérés -dont 5 suivis de contrôle anatomique-, on a pu vérifier la valeur que l'on peut accorder à ces techniques.

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - AGE C., CAHEN P., DALLOZ C. :
Bilan de l'oxymétrie à l'hémoréflexeur au cours de 700 cathétérismes cardiaques.
Arch. Mal. Coeur (A paraître)
- 2 - AGE C., CAHEN P., DALLOZ C. :
La phonocardiographie intracardiaque dans le diagnostic des communications interventriculaires, à propos de 38 cas.
Médecine et hygiène, 691, 599, 1965
- 3 - AGE C., CAHEN P., DALLOZ C. :
Diagnostic hémodynamique des retours veineux partiels anormaux, à propos de 15 cas.
Arch. Mal. Coeur, 56, 1004, 1963
- 4 - AGE C., DELAHAYE J.P. :
Diagnostic d'un shunt gauche-droite.
Cahiers médicaux lyonnais, 41, 235, 1965
- 5 - ALBON E., LANFRANCHI J., PITOU A., TRICOT J.L. :
L'angiocardographie dans les cardiopathies congénitales.
Revue du Praticien, 14, 3763, 1964
- 6 - ARCILLA R.A., AGUSTSSON M.H., BICOFF J.P., LYNFIELD J., WEINBERG M., FELL E.H., GASUL B.M. :
Further observations on the natural history of isolated ventricular septal defects in infancy and childhood. Serial cardiac catheterization studies in 75 patients.
Circulation : 28, 560, 1963
- 7 - AGUSTSSON M.H., GASUL B.M., ARCILLA R.A., BICOFF J.P., MONCADA R. :
Spontaneous closure of ventricular septal defect in eight children demonstrated by serial cardiac catheterization and by angiocardiology.
Abstract, Circulation, 24, 874, 1961
- 8 - AULD P.A.M., JOHNSON A.L., GIBBONS J.E., MAC GREGOR M. :
Changes in pulmonary vascular resistance in infants and children with left to right intracardiac shunts.
Circulation, 27, 257, 1963
- 9 - BAILLY C.P., LEMMON W.L. :
Current research in the surgery of ventricular septal defect.
Am. J. Cardiol., 5, 242, 1960
- 10- BALEDENT P. :
Les communications interventriculaires. Etude de 163 cas tous cathétérisés. Essai de classification.
Thèse Paris 1960
- 11- BARRAT BOYES B.G., WOOD E.H. :
The oxygen saturation of blood in the venae cavae, right heart chambers and pulmonary vessels of healthy subjects.
The J. of lab. and clin. Med., 50, 93, 1957
- 12- BERNARDET P. :
Notre opinion actuelle sur le cathétérisme cardiaque après 1000 explorations du coeur droit.
Thèse Toulouse 1961

.../...

- 13- BLEIFER S., DONOSO E., GRISHMAN A. :
The auscultation and phonocardiographic signs of ventricular septal defects.
Am. J. Cardiol., 5, 191, 1960
- 14 - BLOOMFIELD D.K. :
The natural history of ventricular septal defects in patients surviving infancy.
Circulation, 29, 914, 1964
- 15- BLOUNT S.M., WOODWARD G.M.
Considerations involved in the selection for surgery of patients with ventricular septal defects.
Am. J. Cardiol., 5, 223, 1960
- 16- BOUCHARD F., WOLFF F. :
Etude hémodynamique de 150 communications interventriculaires.
Arch. Mal. coeur et Vx, 53, 617, 1960
- 17- BOUCHARD F. :
Le cathétérisme du coeur dans les cardiopathies congénitales.
Rev. Prat., 14, 3747, 1964
- 18- BOUCHARD F. :
Les communications interventriculaires avec forte hypertension pulmonaire.
Arch. Mal. coeur et Vx, 11, 1317, 1964
- 19- BOUNEHOURE J.P. :
Contribution à l'étude des communications interventriculaires.
Thèse Toulouse 1961
- 20- BRAUNWALD E., GOLDBLATT A., LONG R.T.L., MORROW A.G. :
The krypton 85 inhalation test for the detection of left to right shunts.
Brit. Heart J., 24, 47, 1962
- 21- BROADEENT J.C., WOOD E.H. :
Indicator dilution curves in acyanotic congenital heart diseases.
Circulation, 9, 890, 1954
- 22- BROSTOFF P., RODEARD S. :
Hydrodynamics in ventricular septal defects.
Am. Heart J., 51, 325, 1956
- 23- CAHEN P. :
Angiographie et cathétérisme cardiaque. Etude critique de leur apport au diagnostic des cardiopathies congénitales.
Thèse Lyon
- 24- CORONE P., VERNANT P., BALEDENT P. :
Classification et diagnostic des communications interventriculaires
Coeur et Méd. Ent., 1, 41-48, 1962
- 25- DACK S. :
The electrocardiogram and vectocardiogram in ventricular septal defects.
Am. J. Cardiol., 5, 199, 1960
- 26- DALLOZ C., AGE C., CAHEN P., CHARLAIX B. :
Intérêt de la méthode au protoxyde d'azote dans l'étude des shunts circulatoires gauche-droite.
Arch. Mal. Coeur, 7, 798, 1963

.../...

- 27- DALLOZ C., AGE C., CAHEN P., STEFANINI F. :
Les courbes de dilution des colorants.
Cahiers médicaux lyonnais, 39, 183, 1963
- 28- DAMMAM J.F., THOMPSON W.M., SOSA O., CHRISTLIEB I. :
Anatomy, physiology and natural history of simple ventricular
septal defects.
Am. J. Cardiol., 5, 136, 1960
- 29- DEKKER A. :
La topographie des communications interventriculaires.
Arch. Mal. Coeur et Vx, 7, 854, 1964
- 30- DUSHANE J.W., KIRKLIN J.W. :
Selection for surgery of patients with ventricular septal defects
and pulmonary hypertension.
Circulation, 21, 12, 1960
- 31- FERRANE J., ECOLEFFIER J. :
L'angiocardigraphie dans les communications interventriculaires
avec hypertension pulmonaire.
Arch. Mal. Coeur et Vx, 11, 1287, 1964
- 32- FERUCLIO G.A., GUNTON R.W. :
Intracardiac phonocardiography in ventricular septal defects.
Circulation, 21, 49, 1960
- 33- FOLSE R., BRAUNWALD E. :
Pulmonary vascular dilution curves recorded by external detection
in the diagnosis of left to right shunts.
Brit. Heart J., 24, 166, 1966
- 34- FOX I.J., WOOL E.H. :
Use of methylene blue as an indicator for arterial dilution
curves in the study of heart diseases.
J. of Lab. clin. med., 50, 598, 1957
- 35- FRASER R.S., ROSSAL P.E., DVORKIN J., VALLECAVERO C. :
The identification of right to left shunts in the central
circulation by injection of ether.
Circulation, 24, 1224, 1961
- 36- FRIEDBERG O.K. :
Communications interventriculaires.
In "Maladies du coeur", 2, 797, 1959
- 37- FROMENT P. :
Communications interventriculaires.
In "Précis de clinique cardiovasculaire", Masson 1962
- 38- FROMMER P.L., PEAFIT W.W., BRAUNWALD E. :
The use of ascorbate dilution curves in cardiovascular diagnosis :
application of a technic for direct intravascular detection of
indicators.
Circulation, 23, 1227, 1961

.../...

.../...

- 39- FYLER D.C., RUDOLF A.M., WITTENBORG M.H., NADAS A.S. :
Ventricular septal defect in infants and children ; a correlation
of clinical, physiologic and autopsy data.
Circulation, 18, 833, 1958
- 40- GARAMELLA J.J., CRUZ A.B., HEUPEL W.H., DAHL J.C., JENSEN N.J.,
BERMAN R. :
Ventricular septal defect with aortic insufficiency.
Am. J. Cardiol., 5, 266, 1960
- 41- GARCIA O., MERCADO H., CANERO A.H., CASTELLANOS A., BARRERA F. :
Some physiologic and hemodynamic observations in ventricular
septal defects.
Am. J. Cardiol., 5, 167, 1960
- 42- GRANT R.P., DOWNNEY F.M., MAC MAHON H. :
The architecture of the right ventricular outflow tract in the
normal human heart and in the presence of ventricular septal
defects.
Circulation, 24, 223, 1961
- 43- GORLIN R.L. :
In "intravascular catheterization."
Springfield, C.C Thomas, Publisher, 1959
- 44- GRAYSEL J., JAMESON A.G. :
Optimum criteria for the diagnosis of ventricular septal defect
from measurements of blood oxygen saturation.
Circulation, 27, 64, 1963
- 45- GUERIN F. :
Communications interventriculaires.
Rev. du Prat., 15, 3835, 1964
- 46- HOLLMANN A., MORGAN J.J., GOODWIN J.F., FIELDS H. :
Auscultatory and phonocardiographic findings in ventricular
septal defect ; a study of 93 surgically treated patients.
Circulation, 28, 94, 1963
- 47- HOWITT G., WADE E.G. :
Repeat catheterization in ventricular septal defect and pulmonary
hypertension.
Brit. Heart J., 24, 649, 1962
- 48- IMPERIAL E.S., NOGUEIRA C., KAY E.B., ZIMMERMANN H.A. :
Isolated ventricular septal defects ; an anatomic hemodynamic
correlation.
Am. J. Cardiol., 5, 176, 1960
- 49- KARNEGIS J.V., WANG T. :
Breathing 100 per cent oxygen as an aid in the diagnosis of small
left to right shunts by oximetry.
Am. J. Cardiol., 1, 64, 1964
- 50- KECK E.W.O., ONGLEY P.A., KINCAID O.W., SWAN H.J.C. :
Ventricular septal defects with aortic insufficiency ; a clinical
and hemodynamic study of 18 proved cases.
Circulation, 27, 203, 1963

.../...

.../...

- 51- KIRKLIN J.W. :
Surgical treatment of ventricular septal defect.
Am. J. Cardiol., 5, 234, 1960
- 52- KJELIBERG G., MANNHEIMER, RUDHE, JONSSON :
Ventricular septal defect
In "diagnosis of congenital heart diseases", 254, 310, 1955
- 53- KJELIBERG G. :
Embryologic survey.
In "diagnosis of congenital heart diseases", 1955
- 54- LAMBERT E.C., KELSCH J.V., VLAD P. :
Differential diagnosis of ventricular septal defect in infancy ;
... common problem.
Am. J. Cardiol., 1, 447, 1963
- 55- LAURICHESSE J., FERRANE J., RENAIS J., SCEBAT L., LENEGRÉ J. :
Communication entre le ventricule gauche et l'oreillette droite.
Arch. Mal. Coeur et Vx, 6, 703, 1964
- 56- LEQUIME J., COURTOY P., DEVOLIN H., KENIS J. :
La dynamique circulatoire au cours de communications interventriculaires isolées.
Cardiologia, 21, 528, 1952
- 57- LENEGRÉ J., MAURICE P. :
Premiers enregistrements chez l'homme des courbes de pression ventriculaire et auriculaire droite .
Arch. Mal. Coeur, 39, 24, 1946
- 58- LONG R.T., BRAUNWALD E., MORROW A.G. :
Intracardiac injection of radioactive Krypton ; clinical applications of new methods for catheterization of circulatory shunts.
Circulation, 21, 1126, 1960
- 59- LUCAS R.V.J., ADAMS P.Jr, ANDERSON R.C., MEYNE N.G., LILLEHEI C.W., VARCO R.L. :
The natural history of isolated ventricular septal defect ; a serial physiologic study.
Circulation 24, 1372, 1961
- 60- LURIE P.R., GRAY F.D., WHITEMORER :
Cardiac catheterization and other physiological studies in fifty cases of congenital heart disease.
Angiology, 3, 98, 1952
- 61- MONCADA R., BICOFF J.P., ARCILLA R.A., AGUSTSSON M.H., LENDRUM B.L., GASUL B.M. :
Retrograde left ventricular angiocardiology in ventricular septal defect.
Am. J. Cardiol., 11, 436, 1963
- 62- NADAS A. :
Interventricular communications
Pediatric cardiology, XV, 304-340, 1957

.../...

.../...

- 63- NEWCOMBE C.P., ONGLEY P.A., EDWARDS J.E., WOOD E.H. :
Clinical, pathologic and hemodynamic considerations in coarctation of the aorta associate with ventricular septal defect.
Circulation, 24, 1356, 1961
- 64- PERRIN A., AERICHIDE N., GRAVIER J., CAHEN P., FROMENT R. :
Les communications interventriculaires avec insuffisance aortique.
A propos de 3 observations anatomocliniques personnelles.
Arch. Mal. Coeur et Vx, 3, 289, 1962
- 65- POURCHAIRE J., LOIRE R. :
Les communications interventriculaires.
Cahiers médicaux lyonnais, 41, 197, 1965
- 66- PY J. :
Phonocardiographie des cardiopathies congénitales. Communications interventriculaires.
Arch. Mal. Coeur, 56, 55-77, 1963
- 67- RESNEKOV L. :
The value of dye dilution curves in the diagnosis of the intra-cardiac shunts.
Brit. Heart J., 24, 549, 1962
- 68- ROBERT M., LATOUR H., PUECH P., HERTAULT J. :
Classification des malformations des bourgeons endocardiques auriculoventriculaires.
Arch. Mal. Coeur et Vx, 8, 930, 1964
- 69- ROBERTS W.C., MORROW A.G., MASON D.T., BRAUNWALD E. :
Spontaneous closure of ventricular septal defect ; anatomic proof in an adult with tricuspid atresia.
Circulation, 27, 90, 1963
- 70- ROBINSON G., GLOTZER P., GILBERT M., ESCHER D.J.W., HURWITT E.S. :
Interventricular septal defects with associated major vascular anomalies (report of 3 cases).
Am. J. Cardiol., 3; 746, 1959
- 71- ROCER H. :
Recherches cliniques sur la communication congénitale des deux coeurs par inoclusion du septum interventriculaire.
Bull. Acad. Méd. Paris, 8, 1074, 1879
- 72- SCHRIRE V., VOGELPOEL L., BECK W., NELLEN M., SWANEPOEL A. :
The effects of amyl nitrite and phenylephrine on the intracardiac murmurs of small ventricular septal defects.
Am. Heart J., 62, 225, 1961
- 73- SELZER A. : (cité par KJELLBERG)
Defect of the ventricular septum ; summary of 12 cases and review of the litterature.
Arch. Int. Méd., 84, 798, 1949
- 74- SEGAL B.L., NOVACK P., KASPARIAN H. :
Intracardiac phonocardiography.
Am. J. Cardiol., 13, 188, 1964

.../...

.../...

- 75- SOULIE P., BACULARD P., BOUCHARD F., CORNU C., LAURENS P., WOLFF F.:
Le cathétérisme du coeur au micromanomètre.
Paris, JB.BAILLIERES & Fils, Ed., 1961
- 76- SOULIE P., JOLY F. :
Communications interventriculaires.
In "Cardiopathies congénitales", 197, 1956
- 77- SOULIE P., JOLY F. :
Conceptions actuelles de la maladie de ROGER.
In "Cardiopathies congénitales", 2, 160, 1952
- 78- SOULIE P. et Coll. :
Symposium sur les communications interventriculaires avec forte
hypertension pulmonaire.
Arch. Mal. Coeur et Vx, 11, 1245-1374, 1964
- 79- TAUSSIG H. : (Cité par KJELLBERG)
Congenital malformations of the heart.
New-York, Commonwealth Fund., 1947
- 80- TOSCANO-BARBOZA E., DUSHANE J.W. :
Ventricular septal defect; correlation of electrocardiographic
and hemodynamic findings in 60 proved cases.
Am. J. Cardiol., 3, 721, 1959
- 81- TOURNAIRE A., DEYRIEUX F., TARTULIER M., BLUM J. :
Détection des petites communications interventriculaires par
phonocardiographie endocavitaire.
Arch. Mal. Coeur et Vx, 8, 919, 1964
- 82- VEASY L.G. :
Clinical findings in ventricular septal defects.
Am. J. Cardiol., 5, 185, 1960
- 83- VERNANT P., CORONE P., BALEDENT P. :
Indications de la chirurgie dans les communications interventri-
culaires.
Coeur et Méd. int., 1, 49, 1962
- 84- VERNANT P., CORONE P., GUERIN F., LEIVA-SAMPER A. :
Sténose pulmonaire avec communication interventriculaire et pres-
sion ventriculaire droite supérieure à la pression systémique.
Arch. Mal. Coeur, 56, 1061-1077, 1963
- 85- VIARD H., NORMAND J., MICHAUD P. :
Indications thérapeutiques dans les cardiopathies congénitales à
shunt gauche droite.
Cahiers médicaux lyonnais, 41, 245, 1965
- 86- WARREN J.E., JANNICELLI A.L. :
Reassessment of electrocardiographic findings in isolated inter-
ventricular septal defect.
Am. J. Cardiol., 3, 733, 1959
- 87- WEINER S.M., LEVINSON D.C., ELEK S.R. :
Ventricular septal defect and pulmonary hypertension : electro-
cardiographic, special vectorcardiographic and cardiac cathété-
rization findings.
Am. J. Cardiol., 1, 191, 1958

.../...

.../...

- 88- WOLFF F. :
Etude des doubles souffles par enregistrement intracardiaque
au micromanomètre.
Coeur et Méd. int., 1, 69-82, 1962
- 89- WOOD R.C., MARSHALL H.W., WOOD E.H. :
Detection and quantitation of intracardiac left to right shunts
by an oximetric inert gas technic.
Circulation, 27, 351, 1963
- 90- YOUNG D., RUBINSTEIN B., SCHWEDEL J.B. :
The roentgenographic spectrum in interventricular septal defect.
Am. J. Cardiol., 5, 208, 1960
- 91- ZIMMERMANN H.A. :
Intravascular catheterization.
Springfield, C.C. THOMAS, Publisher, 1959
- 92- CABRERA E. :
Electrocardiographie clinique.
MASSON & Cie, Ed., 1959
-

